# ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME I JUILLET 1942 NUMÉRO 3

# La responsabilité du savant

Dans ce numéro plusieurs correspondants distingués discutent la place qui revient à la science dans la société. Cette question est de toute première importance, car la science affecte profondément et intimement chacun des détails de la civilisation, et son influence ne peut que croître encore dans l'avenir. Mais il faut avoir une idée précise des implications exactes du mot « science ». On se sert souvent de ce terme dans un sens trop large à certains égards et trop étroit à certains autres. Une définition plus précise consiste à se servir du mot science pour dire « les sciences dans leur ensemble ». C'est à ce sens que nous tiendrons.

Le problème fondamental qui se pose à la science, dans le domaine de l'éthique, c'est celui de se faire connaître à l'ensemble de l'humanité. Dans un pays civilisé — même dans le nôtre — quelle est la fraction de la population qui possède une conception exacte de la science, de ses buts, de ses méthodes, de ses résultats? L'évaluation la plus généreuse donnera une fraction très faible. L'ignorance de la science n'est pas confinée, et de loin pas, aux rangs les plus humbles de la société. On la trouve partout, du haut en bas de l'échelle sociale. Elle se révèle particulièrement dans la presse populaire. Il n'est pas de jour où les journaux ne contiennent des erreurs grossières, des références erronées ou des affirmations périmées, sur les progrès ou les découvertes scientifiques. La faute n'en est pas à eux seuls. On ne trouve nulle part, chez les hommes de science, le souci général — ni même la capacité — de veiller à rendre accessible au grand public, par la presse ou par toute autre voie, la pensée ou la technique qui règnent au laboratoire ou à l'amphithéâtre. Il faut même reconnaître que la tendance est d'éviter le journaliste plutôt que de lui montrer comment il pourrait agir en interprète intelligent et précis. Aussi n'est-il pas surprenant que l'état d'esprit scientifique soit méconnu du public, ou même lui inspire de la défiance. Les flammes que jette au vent de la guerre le feu des superstitions astrologiques, qui couvait sous la cendre, montrent combien est faible l'emprise de la science sur l'esprit du peuple. L'ignorance qu'ont les Anglais, même cultivés, de l'œuvre des savants de leur pays, passés ou contemporains, apparaît dans la facilité avec laquelle ils admettent que le génie de la chimie et de l'industrie chimique est le monopole de l'Allemagne.

Les savants tiennent en leurs mains le remède à ces maux. Et nulle part leur devoir n'est aussi pressant qu'en Grande Bretagne. Car nul pays ne porte actuellement une responsabilité politique plus lourde vis à vis des pays étrangers, et nul peuple n'est doué, au même degré, comme caractéristiques nationales, de réticence et de sous-estimation. Même si la publicité répugne aux savants, ils doivent s'associer aux politiciens, car la science tient les clefs de l'avenir.

L'occasion se présente donc d'une action concertée des diverses associations scientifiques des îles britanniques, si ce n'est de toutes les nations du Commonwealth. Il faudrait insister auprès du gouvernement pour qu'il encourage le développement de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires, de façon que tous les enfants, et non pas seulement ceux qui reçoivent l'enseignement secondaire, puissent avoir au moins quelques notions fondamentales sur la science et ce qu'elle représente. Il est plus vital encore de créer le moyen de toucher l'adolescent dont l'éducation scientifique cesse brusquement avec la vie scolaire (s'il n'adopte pas une profession scientifique). Si l'éducation scientifique pouvait se continuer en faisant meilleur usage de la radiodiffusion, en multipliant considérablement les conférences publiques, à l'aide de rubriques scientifiques dans la presse, par la publication en plus grand nombre de livres scientifiques populaires, et de façon générale, par l'abandon de l'attitude d'isolement silencieux qu'ont adoptée les savants, alors nous pourrions espérer avec confiance que la nation serait

un jour prête à comprendre et apte à employer les ressources illimitées de l'esprit et de la matière.

C'est semer sans espoir de récolte que d'enseigner les rudiments de la science aux enfants jusqu'à l'âge de 16 ans, et de s'arrêter alors. Enfin, si la science doit être amenée à s'exprimer, il faut lui apprendre à garder le pas avec les lettres. Ce n'est pas une calomnie de dire que les hommes de science possèdent rarement la maîtrise de la prose. Il y a de notables exceptions, et les noms de DAVY, de FARADAY, de T. H. HUXLEY et de SIR WILLIAM BRAGG viennent d'eux-mêmes à l'esprit. Il est également vrai que si la science est taciturne c'est essentiellement à cause de la nature même, exigente et exclusive, de la recherche scientifique, plutôt qu'à cause de l'absence de toute aptitude littéraire. De sorte que la tâche qui devrait revenir aux hommes de premier plan est trop souvent abandonnée à des mains moins habiles. Cet état de choses doit être redressé. En un mot, la science doit apprendre à s'exprimer. Elle ne doit pas seulement accepter sa responsabilité vis à vis du peuple, elle doit encore apprendre à s'en acquitter.

# Correspondance

On est prié d'adresser les manuscrits et la correspondance au rédacteur en chef, E. J. Holmyard, Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1. Nous invitons les chercheurs qui poursuivent des travaux importants ou intéressants à nous envoyer de courtes notes sur les expériences en cours et sur leurs derniers résultats.

### L'AVENIR DE LA RECHERCHE DÉSINTERESSÉE

*De* J. B. S. Haldane.

L'éditorial du numéro d'avril d'ENDEAVOUR (p. 49) soulève nombre de questions importantes. Vous dites que « dans les deux camps les savants consacrent la part essentielle, la quasi-totalité, de leur activité à l'étude de problèmes d'intérêt immédiat ». Tel n'est malheureusement pas le cas des biologistes. Nos chefs de guerre comme nos chefs d'industrie ne comprennent pas assez que les conditions anormales que rencontrent hommes et femmes, dans le combat comme dans le travail, posent assez de problèmes physiologiques pour justifier de très nombreuses recherches, dont certaines présenteraient une utilité immédiate.

Pour l'après-guerre l'auteur de l'article semble ne voir d'autre possibilité que « la Science pour la Science » ou « son application à l'amélioration de la condition humaine ». On voit là se refléter la distinction tranchée entre science pure et science appliquée, entre savant universitaire et savant d'usine, qui caractérise notre état social. Mais cette distinction n'est pas dans la nature des choses. Les fondateurs de la *Royal Society* étaient doués d'une curiosité intense, et pourtant ils appréciaient « ce savoir seul qui peut être applicable ». De grandes entreprises industrielles modernes donnent amplement à beaucoup des scientifiques qu'elles emploient la possibilité de poursuivre des recherches « pures », et trouvent que « cela paye ». Cette tendance avait été poussée très loin, avant la guerre, dans l'Union Soviétique.

Je crois que les conditions les plus favorables à la recherche, comme au bonheur du savant, se trouvent réalisées lorsqu'un homme, ou une femme, se penche une partie du temps sur une tâche de science appliquée ou d'enseignement, et passe une autre partie de son temps dans la tour d'ivoire de la recherche « pure ». Si la majorité des travailleurs scientifiques s'accordait à penser qu'il est désirable de réaliser ces conditions de travail, on pourrait prendre des mesures pour y parvenir, partiellement au moins, au cours de la reconstruction qui suivra la guerre.

*De* J. R. Baker.

Les savants britanniques ont été heureux d'offrir leurs services à leur pays, pour la durée de la guerre, et de s'en remettre au gouvernement de décider comment les utiliser. Cette décision est excellente et juste parce que la guerre moderne est, à tout prendre, l'affaire d'un temps assez court. Il est curieux de remarquer que si la guerre devait durer cinquante ou cent ans la meilleure politique serait probablement de laisser les savants libres de suivre leur propre pente. Les grands progrès industriels sont presque toujours issus de recherches scientifiques effectuées par des hommes doués de génie qui ne pensaient pas aux résultats pratiques lorsqu'ils se livraient aux travaux en question.

Il est peu probable que l'après-guerre voie paraître de grandes découvertes si la Grand Bretagne se met à organiser la recherche sur des bases totalitaires et si le chercheur — le seul homme qui compte dans la découverte — est relégué au rang le plus bas d'une hiérarchie de comités directeurs et de dictateurs scientifiques. Comme WALTER LIPPMANN l'a montré dans son livre *The Good Society*, il n'est qu'une chose qui puisse être dirigée avec succès selon un plan central, et c'est la guerre. Les succès obtenus par les régimes totalitaires, au cours des années de guerre que nous avons déjà laissées derrière, ne doivent pas nous induire à penser que l'organisation totalitaire puisse être, dans aucune autre sphère, un facteur de progrès.

L'on doit espérer que, pendant la période de reconstruction qui suivra la guerre, la Grande Bretagne

maintiendra fièrement sa position de champion de la liberté, non seulement dans le domaine politique, mais dans l'ensemble des activités humaines, y compris la science et les autres branches de la culture et du savoir.

*De* J. D. Bernal.

Ainsi que vous le faisiez remarquer dans votre Éditorial d'avril, l'état de guerre a fait apparaître encore plus importante l'organisation de l'effort scientifique. Cependant il n'y a aucune raison de craindre que cet état de guerre ait eu pour résultat d'enfermer ou de restreindre le progrès de la science libre. Une organisation efficace de la science n'implique ni l'étude exclusive de problèmes d'application immédiate, ni la sujétion des savants à la discipline d'une bureaucratie rigide et sans imagination. Ceux qui ont travaillé à améliorer le système chaotique actuel pour mieux utiliser la science au profit du bien-être humain, sont pleinement conscients que s'engager dans cette voie serait se détourner du but. Si on ne se préoccupait que de science appliquée, on n'expliquerait jamais les principes fondamentaux dont doit dépendre tout progrès, même dans le champ pratique. Il nous est facile de nous rendre compte qu'il n'est aucune branche de la science, depuis les mathématiques jusqu'à la psychologie, qui ne soit nécessaire d'une manière ou d'une autre, soit tout de suite, soit dans un proche avenir.

Toutes les diciplines doivent par conséquent être pratiquées, comme elles le sont, par exemple, dans l'Union Soviétique. Ceci n'empêche pas que les personnes qui ont du plaisir à les étudier ne s'y adonnent, ni que les diverses spécialités ne se développent très largement, infiniment plus même que dans les pays où la science se sent actuellement des plus libres.

De même, les organisateurs de la recherche scientifique voient un ennemi dans l'humanisme démodé de certaine bureaucratie. Tant qu'on n'aura pas réussi à établir un nouveau corps de fonctionnaires doués d'un véritable esprit scientifique, l'organisation de la recherche devra rester entre les mains des savants eux-mêmes — et ne pas être confiée aux plus âgés d'entre eux seulement, mais soumise à un contrôle démocratique où les jeunes chercheurs et les techniciens seraient représentés équitablement.

Seule une organisation démocratique de ce genre pourrait assurer une véritable liberté scientifique, liberté comprenant non seulement celle de la découverte, mais celle de veiller à l'application de ces découvertes.

### LES CHIMISTES ET LA CHIMIE

*De* E. F. Armstrong.

Au moment de la dernière guerre nous étions extrêmement mal préparés tant en ce qui concernait les chimistes d'une part que les industries chimiques d'autre part. Cette leçon fut méditée sérieusement, et en 1939, à la déclaration de guerre, les chimistes étaient probablement plus à même de faire face aux circonstances que toute autre partie de la communauté. Et ceci pour deux raisons: le grand nombre, sans cesse accru, de chimistes disponibles, à la fois supérieurement préparés et pleinement qualifiés grâce aux universités et aux collèges; et l'étroite coopération entre les dirigeants industriels et les firmes de l'industrie chimique pendant ces dernières vingt années. Après tout, les chimistes sont la véritable matière première de notre industrie et nous ne pouvons en avoir trop, à condition toutefois qu'ils soient excellents. Les autres devraient être découragés à un stage peu avancé. Le chimiste doit se rappeler qu'il obtient son premier poste surtout grâce à la recommandation de son professeur, mais que son avenir dépend de ses qualités personnelles, humaines et professionelles: il doit appliquer et faire fructifier ce qu'il sait.

Cette guerre a montré que nous sommes dans la bonne voie. Il faudra des chimistes et des ingénieurs chimistes si nous avons à résoudre les problèmes économiques de l'avenir, et certains d'entre nous essayent avec persévérance de persuader l'administration et les politiciens de cette vérité. Mais qu'avons nous à apprendre? Sans aucun doute à être forts dans notre propre maison. Les firmes doivent donner tout leur appui aux universités pour qu'elles aient des laboratoires tout à fait modernes et bien équipés. Certaines firmes ont ainsi déjà donné généreusement, mais un laboratoire cesse d'être moderne en vingt ans, ainsi de nouveaux appuis deviennent nécessaires. Ce qu'il faut c'est l'équipement, non une dotation. De bons ateliers et de bons maîtres signifient des étudiants capables et une recherche de premier ordre: un apport régulier à une industrie toujours en progrès.

Notre industrie chimique peut conquérir de vastes espaces. Mais succès oblige: seuls les meilleurs contribueront à l'obtenir.

### JOHN FERGUSON

*De* John Read.

Je vous serais obligé de bien vouloir publier les références bibliographiques suivantes que contenait à l'origine mon article publié dans votre numéro de janvier (pp. 36 et 37): [1] J. FERGUSON, *Bibliotheca Chemica*, 2 vols., Glasgow, 1906. — [2] *Op. cit.*, **1**, VIII. — [3] J. J. MANGET, *Bibliotheca Chemica curiosa*, 2 vols., Genève, 1702. — [4] T. S. PATTERSON, *Annals of Science*, 1937, **2**, 297. — [5] T. S. PATTERSON, *Glasgow University Magazine*, 6 décembre 1916. — [6] F. O. BOWER, *ibid.* — En l'absence de ces références on ne saurait justement apprécier ce que je dois aux publications des professeurs T. S. Patterson et F. O. Bower sur John Ferguson. C'est même au professeur Patterson que je dois le dernier paragraphe de l'article. Puis-je ajouter, étant donné l'incertitude qui a régné sur la date de la naissance de Ferguson, qu'un extrait officiel du registre des naissances de la paroisse d'Alloa m'a été aimablement envoyé par MR J. W. NAPIER. Cet extrait mentionne que « John, fils légitime de Mr William Ferguson et de Margaret Kidd, » est né en ladite paroisse le 24 janvier 1838.

[NOTE DE LA RÉDACTION. *A notre grand regret le manque de place nous a contraint d'omettre, dans notre premier numéro, cette liste de références. Nous sommes heureux de la publier maintenant avec les intéressants compléments que nous adresse le* PROFESSEUR READ.]

### LES APPLICATIONS DE LA PHOTOGRAPHIE

*De* George A. Jones.

*The Association of Scientific Workers* (Association des Travailleurs scientifiques) organise une exposition qui se tiendra, espère-t-on, en novembre, dans l'immeuble de la *Royal Photographic Society*. Le but de cette exposition est de montrer les applications de la photographie en science, en médecine, dans l'industrie, et de fournir au public l'information qui lui permettra de mieux apprécier les documents de ce genre. La Commission de Photographie de l'Association prie tous ceux qui pourraient exposer d'écrire, pour plus amples détails, à l'adresse suivante: Hon. Secretary, Photographic Exhibition Committee, Association of Scientific Workers, 73 High Holborn, Londres, W.C.1.

# Les pigments rouges et bleus des végétaux

SIR ROBERT ROBINSON

Au point de vue esthétique, les chimistes apprécient peut-être les couleurs tout autant que les artistes. Mais si la vocation de l'artiste le pousse à jouer des couleurs, celle du chimiste l'engage à les analyser. Les pigments végétaux rouges et bleus sont particulièrement séduisants, et, dans les pages qui suivent, Sir Robert Robinson dit l'histoire passionnante de la détermination de l'architecture moléculaire de ces substances complexes, histoire qu'il a écrite avec d'autres chimistes.

Les principaux groupes de pigments végétaux sont: (*a*) des pigments verts: chlorophylle et substances analogues; (*b*) des caroténoïdes jaunes et orangés, généralement insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques; (*c*) des pigments variés voisins de l'anthracène et des substances colorantes des champignons; (*d*) des classes de pigments solubles dans l'eau, comprenant particulièrement les anthoxanthines jaunes et les anthocyanines de couleur orange, rouge, magenta, violette et bleue.

Les données modernes sur ce groupe ne datent que de 1913. WILLSTÄTTER et EVEREST publièrent alors leurs premières recherches sur le bleu du bleuet. Ceci ne signifie pas que l'on ne savait rien jusqu'alors, — en effet, les réactions des pigments anthocyaniques avec les acides et les alcalis avaient été observées par ROBERT BOYLE et NEHEMIAH GREW, et ensuite par plusieurs autres.

BERZELIUS (1837), MOROT (1850), HEISE (1889), GLAN (1892), et GRIFFITHS (1903) tentèrent avec plus ou moins de succès d'isoler les pigments à l'état pur. Les travaux de Heise et de Glan ont montré que les pigments anthocyaniques pourraient être des glucosides ne comportant pas d'azote. Le botaniste MOLISCH (1905) a appuyé sur cette opinion. Il a également montré que les anthocyanines se trouvent parfois dans les fleurs sous forme cristalline et peuvent souvent être cristallisées en dehors de la plante. Une expérience bien connue de Molisch peut être reproduite par n'importe qui. Prenez quelques pétales de pélargonium écarlate, étalez-les sur une lame de verre et écrasez-les avec une baguette de verre afin de détruire les structures cellulaires. Ajoutez quelques gouttes d'acide acétique (à 80 pour cent), couvrez avec une autre lame et laissez l'évaporation se produire lentement. L'acide acétique dissout le pigment rouge-orangé et, à mesure que la solution se concentre, des cristaux apparaissent.

GRAFE (1906–11) a opéré de façon analogue sur une plus grande échelle; malheureusement l'examen qu'il a fait n'a provoqué aucun progrès notable.

L'isolement, la caractérisation et l'analyse de nombreuses anthocyanines pures ont été effectués par Richard Willstätter et ses collaborateurs (1913–17). La technique variait selon les cas, mais le principe général était basé sur le fait que les pigments existent à l'état de sels en solution acide. La matière première végétale était extraite avec de l'acide chlorhydrique méthanolique ou éthanolique, ou avec de l'acide acétique. Le sel brut du pigment était précipité de la solution par un excès d'éther et ce traitement peut être répété. Les chlorures d'anthocyanines étaient alors cristallisés à partir d'une solution aqueuse ou alcoolique d'acide chlorhydrique. De temps en temps, on obtint un picrate ou un autre dérivé comme stade intermédiaire de la purification.

Ainsi traités, les bleuets bleus ou rouges foncés, la rose, et le dahlia rouge, fournirent un seul et même *chlorure de cyanine*, très faiblement soluble dans l'acide chlorhydrique en solution aqueuse et cristallisant en paillettes rhombiques ou en aiguilles microscopiques, rouges par transparence, et présentant un éclat bronzé. La composition des cristaux est $2C_{27}H_{31}O_{16}Cl$, $5H_2O$ et $C_{27}H_{31}O_{16}Cl$, après dessiccation à 105° C. dans un vide poussé. De même, le pélargonium écarlate donna une anthocyanine magnifiquement cristallisée (fines aiguilles orangées-rouges), $C_{27}H_{31}O_{15}Cl$, nommée *chlorure de pélargonine*.

Si complexes que soient les molécules de ces matières colorantes, la détermination de leur structure moléculaire a été réalisée sans difficulté, à

l'exception de certains détails, qui ont été finalement éclaircis par des synthèses ultérieures. L'acide chlorhydrique à 10 pour cent bouillant amène une décomposition par hydrolyse en donnant de nouveaux sels colorés, appelés *anthocyanidines*, et deux molécules de glucose:

$$C_{27}H_{31}O_{16}Cl + 2H_2O = C_{15}H_{11}O_6Cl + 2C_6H_{12}O_6$$

*Chlorure de cyanine* — *Chlorure de cyanidine* — *Glucose*

$$C_{27}H_{31}O_{15}Cl + 2H_2O = C_{15}H_{11}O_5Cl + 2C_6H_{12}O_6$$

*Chlorure de pélargonine* — *Chlorure de pélargonidine* — *Glucose*

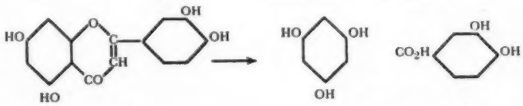
Ces anthocyanines sont donc des diglucosides des anthocyanidines, et le processus est un de ceux avec lesquels les chimistes sont depuis longtemps familiers dans les glucosides naturels et synthétiques:

$$C_6H_{11}O_5 - O - R + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + HO{\cdot}R$$

Le problème se trouve maintenant très simplifié; il revient à établir la constitution des anthocyanidines et le mode de fixation des molécules de glucose.

On peut facilement faire perdre HCl au chlorure de cyanidine, en le traitant par une solution aqueuse d'acétate de sodium; il donne alors un *pigment base* d'un violet profond, $C_{15}H_{10}O_6$. C'est là justement la formule d'une anthoxanthine, la *lutéoline*, colorant mordançable naturel jaune provenant du *Reseda luteola*. Cette plante séchée est appelée gaude, et c'est la plus ancienne des teintures européennes; elle était utilisée au nord des Alpes à l'époque de JULES CÉSAR.

La lutéoline, qui est une anthoxanthine typique, forme des sels avec les acides forts, mais ceux-ci sont beaucoup moins stables et beaucoup moins intensément colorés que le chlorure de cyanidine. Sa constitution (I) est connue à la suite des efforts de A. G. PERKIN et ST. VON KOSTANECKI, et sa synthèse a été réalisée par plusieurs méthodes. Voici un exemple de décomposition typique:

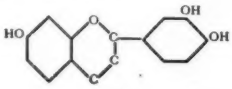


(I) — *Phloroglucine* — *Acide protocatéchuique*

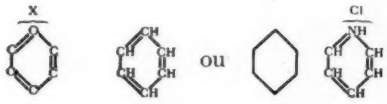
La substance dont la lutéoline est le dérivé tétra-hydroxylé est appelée *flavone*, et de nombreuses flavones diversement substituées ont déjà été isolées à partir de matières premières végétales.

Dans le but de voir s'il existe réellement une parenté entre la cyanidine et la lutéoline, Willstätter et Everest ont également fondu la première avec de la potasse caustique et ont pu isoler de la phloroglucine et de l'acide pyrocatéchuique. Il parut alors fortement probable que le chlorure de cyanidine renfermait le groupement (II).

Une autre série de recherches, tendant à confirmer cette déduction, concernait la constitution du groupe mieux connu des sels d'oxonium relativement stables; ils sont ainsi nommés par analogie avec les sels d'ammonium. Par les recherches de COLLIE, BAEYER, WERNER, DECKER et FELLENBERG, et W. H. PERKIN et ROBINSON on savait déjà que ceux-ci comportent une structure connue sous le nom de pyrylium (III), qui peut être comparée au benzène (IV) et au chlorhydrate de pyridine (V):

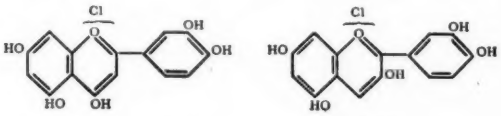


(II)



(III) (IV) (V)

Ainsi, suivant la théorie du pyrylium, l'hydrochlorure de lutéoline aurait la formule (VI) et, puisque les résultats de la décomposition nous interdisent de suggérer des modifications des cycles benzéniques, la seule structure possible de la cyanidine, liée à la lutéoline, est (VII):

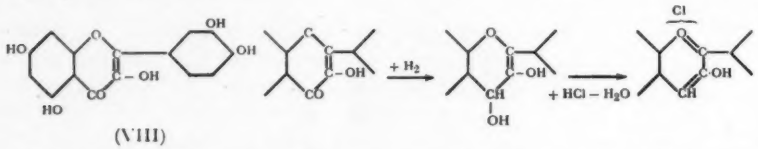


(VI) (VII)

[L'accolade indique l'électrovalence des sels comme dans $\overset{+}{Na}\}\overset{-}{Cl}$ ou $\overset{+}{HN_4}\}\overset{-}{Cl}$, dans lesquels des ions électriquement chargés sont liés par une attraction électrostatique. Une telle valence diffère du type représenté par des tirets et illustré par le fait que dans la molécule d'hydrogène, $H \times H$, qui est non-polaire (co-valence), la liaison est dûe à ce que les deux atomes partagent leurs électrons.]

La formule (VII) montre que le chlorure de cyanidine pourrait être également apparenté à la quercétine (VIII), et on obtint une preuve formelle de la structure fondamentale de l'anthocyanidine lorsqu'on découvrit qu'il était possible de la produire par réduction de la quercétine en milieu acide. On utilise pour cela du magnésium dissous dans l'acide chlorhydrique

méthanolique. Les changements dans le noyau central sont mis en évidence dans la formule développée, et ils concordent avec les faits analogues dans les autres séries:

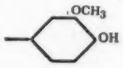



(VIII)

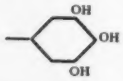
Par la suite différentes synthèses ont prouvé sans ambiguïté que (VII) représente de façon correcte le chlorure de cyanidine. De plus, toutes les anthocyanidines connues ont été préparées par synthèse, de même que quelques centaines de sels de pyrylium analogues. Elles diffèrent entre elles seulement par le nombre, la nature et la position des groupements rattachés au système tricyclique.

Plus tard, Willstätter et ses collaborateurs isolèrent d'autres anthocyanines. Le chlorure de delphinine, extrait des fleurs de delphinium, se scinde en *chlorure de delphinidine* $C_{15}H_{11}O_7Cl$, deux molécules de glucose et deux molécules d'acide *p*-hydroxybenzoïque. Le véritable analogue de la cyanine et de la pélargonine à base de la delphinidine est le *chlorure de delphine*, $C_{27}H_{31}O_{17}Cl$, et il a été isolé plus tard par SCOTT-MONCRIEFF et ROBINSON des fleurs de *Salvia patens*. Certaines anthocyanidines qui sont des éthers méthyliques de la cyanidine et de la delphinidine ont été également obtenues par hydrolyse de diverses anthocyanines. Exception faite d'un seul cas, les variations se trouvent toutes dans le noyau de droite, aussi ne représentons-nous que celui-là.

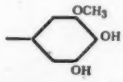
*Chlorure de pélargonidine*



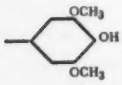

*Chlorure de péonidine*



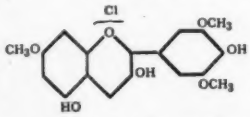

*Chlorure de delphinidine*




*Chlorure de pétunidine*




*Chlorure de malvidine*

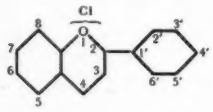



*Chlorure d'hirsutidine*

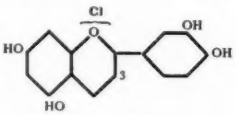
La pélargonidine, la cyanidine, la delphinidine et la malvidine sont les plus répandues.

Le coquelicot (*Papaver rhoeas*) doit sa couleur à la mécocyanine, qui est un isomère du chlorure de cyanine et comme lui un diglucoside de la cyanidine. On connaît de nombreux monoglucosides, ainsi que quelques monogalactosides et de nombreux rhamnoglucosides et pentoseglucosides. L'acylation d'un certain nombre de groupements hydroxyliques se rencontre fréquemment, comme par exemple dans le chlorure de delphinine. La *callistéphine* de l'aster (Willstätter) ou de l'œillet rouge (Robinson) est un monoglucoside de la pélargonidine. La *chrysanthémine* du chrysanthème rouge sombre est un monoglucoside de la cyanidine; l'*œnine* de la peau du raisin noir est un monoglucoside de la malvidine; le monoglucoside de la péonidine se rencontre dans la peau des grosses canneberges de Terre-Neuve. La couleur des canneberges d'Europe, plus petites, est dûe à un monogalactoside de la cyanidine; il est appelé *idaeïne;* le muflier rouge (*Antirrhinum majus*) contient de l'*antirrhinine* qui est un rhamnoglucoside de la cyanidine.

Il reste encore le problème du point ou des points de fixation des résidus sucrés; celui-ci a été résolu par trois méthodes: par dégradation (KARRER); par comparaison des propriétés des substances à étudier avec celles d'anthocyanidines de structure connue, préparées par synthèse (Robinson et ses collaborateurs); et par la synthèse totale. Voici un exemple de la deuxième méthode: le chlorure de cyanidine se dissout dans une solution de carbonate de sodium en donnant un liquide d'un bleu pur, tandis que la chrysanthémine donne une solution violette qui devient bleue par addition de soude. Dans le monoglucoside le résidu sucré sature un des groupes hydroxyliques; la question est donc de savoir quel est le groupe hydroxylique intéressé.



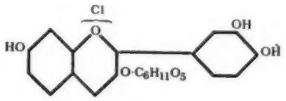

*Numérotage*




(IX)

Nous savons que les hydroxyles en position 3′ et 4′ sont libres. Le chlorure de cyanidine en solution faiblement acide donne une couleur bleue très intense par addition d'une trace de sel ferrique. Seules se comportent ainsi les anthocyanidines synthétiques qui possèdent deux groupes hydroxyliques voisins (*ortho*) dans le noyau benzénique. La chrysanthémine présente cette réaction avec les sels ferriques, par conséquent le sucre n'est pas attaché en position

3′ ou 4′. Ayant obtenu par synthèse des anthocyanidines contenant un groupement hydroxylique de moins que la cyanidine, on remarqua que seule (IX) se comportait vis-à-vis des alcalis comme la chrysanthémine; par conséquent, dans




(X)

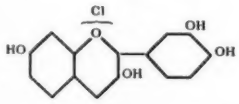
ce monoglucoside l'hydroxyle en position 3 n'est pas libre. En d'autres termes, la chrysanthémine pouvait être le cyanidine-3-monoglucoside (X).

Nous avons mentionné que le chlorure de mécocyanine est isomère du chlorure de cyanine et il faut noter que ces deux pigments se comportent de façons très différentes lorsque le *p*H de la solution varie. Les réactions de la mécocyanine sont, en fait, presque identiques à celles de la chrysanthémine. Une hydrolyse très ménagée clive la mécocyanine en chrysanthémine et glucose et ce pigment est par conséquent un glucoside de la chrysanthémine. Ainsi que nous le savons par l'étude d'une grande variété de sels de pyrylium synthétiques de constitutions connues, les propriétés en question apportent la preuve qu'un seul des groupements hydroxyliques de la cyanidine (en position 3) peut être modifié, et il s'ensuit que la mécocyanine serait un bioside et contiendrait le groupement

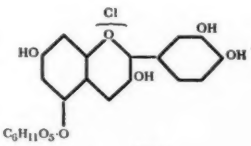
$$— O{\cdot}C_6H_{10}O_4{\cdot}O{\cdot}C_6H_{11}O_5$$

en position 3. Cette hypothèse a été confirmée par la synthèse (*voir plus bas*), et un raisonnement similaire s'applique à l'antirrhinine, qui est un 3-rhamnoglucoside de la cyanidine.

Mais le chlorure de cyanine est évidemment différent et nous avons pensé d'abord qu'il devait être un cyanidine-5-bioside parce que le sel (XI) donne des réactions colorées semblables à celles de la cyanine. Ceci parut confirmé par la découverte que l'hydrolyse partielle de la cyanine donne un nouveau monoglucoside de la cyanidine, appelé cyanénine, et que celui-ci ne peut être que le cyanidine-5-glucoside (XII).




(XI)

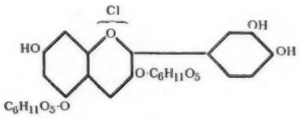



(XII)

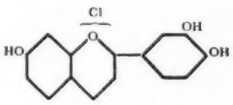
Cette hypothèse a été également confirmée par la synthèse. Une étude plus détaillée révéla à la fois un autre critère et une différence indéniable entre le comportement de la cyanénine et celui de la cyanine.

Une solution acide très diluée d'une anthocyanine ne peut être conservée indéfiniment au contact de l'air; le pigment est détruit par oxydation. Cette réaction est activée par la présence de catalyseurs tels que les sels de fer.

En opérant de façon reproductible, et en se servant de proportions infimes de chlorure ferrique, on a trouvé que les pigments peuvent être divisés en deux classes: un groupe lentement détruit en plusieurs heures, l'autre détruit rapidement en quelques minutes. Les substances de structure connue appartenant à la première catégorie ne possédaient pas d'hydroxyle libre en position 3, contrairement aux substances de la deuxième catégorie. La cyanénine (comme la cyanidine) était rapidement détruite, mais la cyanine (comme la chrysanthémine et la mécocyanine) s'est montrée très stable vis-à-vis de cette oxydation par l'air. La conclusion logique était donc que la cyanine doit être un 3-glucoside, et comme elle est en même temps un 5-glucoside, elle doit donc être un cyanidine 3 : 5-dimonoglucoside (XIII). On remarqua alors que les réactions colorées de (XIV) étaient semblables à celles de la cyanine:




(XIII)



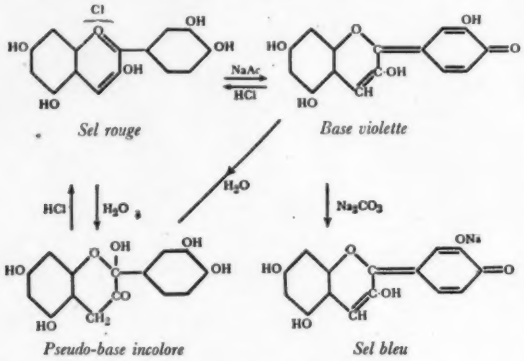

(XIV)

Cette suite de raisonnements a été confirmée par la synthèse, et des méthodes analogues ont montré que la pélargonine, la malvine, la delphine, la pétunine, et l'hirsutine sont également des 3 : 5-dimonoglucosides des anthocyanidines correspondantes. Dans le cas des dérivés de la pélargonidine, la modification ou l'élimination du groupement hydroxylique en position 5 est reconnaissable par l'apparition d'une fluorescence jaune-verte en solution alcoolique acide. La pélargonidine et la callistéphine ne présentent pas de fluorescence, mais la pélargonine et la pélargonénine émettent une fluorescence intense.

### CHIMIE DES RÉACTIONS COLORÉES

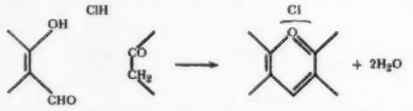
En solution diluée et faiblement acide les anthocyanidines et les anthocyanines sont souvent transformées en *pseudo-bases* incolores à partir desquelles

elles peuvent être régénérées par addition d'acide. Les changements en solution peuvent être représentés dans le cas de la cyanidine:

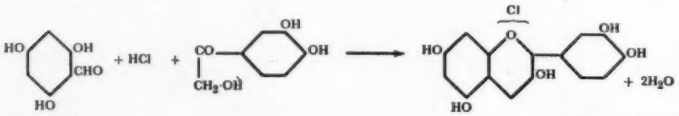



SYNTHÈSE DES ANTHOCYANINES

La méthode employée constitue un perfectionnement du procédé de synthèse des sels de pyrylium, découvert indépendamment et simultanément par Decker et Fellenberg, et W. H. Perkin et l'auteur en 1907. En condensant au moyen d'acide chlorhydrique une hydroxyaldéhyde bien choisie avec une substance contenant le groupement — CO — $CH_2$ — :

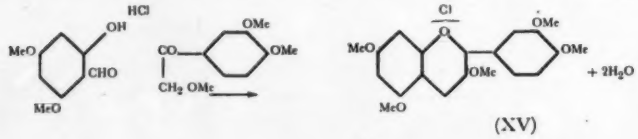



nous pouvions espérer obtenir le chlorure de cyanidine:




*Phloroglucine-aldéhyde*

La phloroglucinaldéhyde est une substance bien connue, mais elle présente l'inconvénient de se condenser avec elle-même en présence d'acide chlorhydrique, et ce processus s'effectue plus rapidement que la synthèse; ainsi ne peut-on l'utiliser. En pareil cas le chimiste organicien emploie l'expédient de bloquer les groupements réactifs (ou activants). Ce bloquage a été trop efficace, et la protection complète fut effectuée par des groupements méthyliques ($CH_3$ = Me):



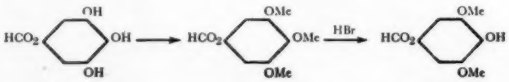

(XV)

Ce chlorure de O-pentaméthylcyanidine (XV) a été transformé en iodure de cyanidine par ébullition avec de l'acide iodhydrique concentré. L'iodure fut transformé en chlorure par l'action du chlorure d'argent, et le produit prouvé identique au chlorure cyanidine obtenu à partir de la chrysanthémine et de la cyanine. La synthèse de la pélargonidine et de la delphinidine a été obtenue par un procédé analogue, mais il est évident que l'on ne saurait préparer ainsi des anthocyanidines partiellement méthylées, telles que la malvidine.

Après un nombre considérable d'expériences on remarqua qu'un seul groupement benzoyl suffit à protéger la phloroglucinaldéhyde, tandis que le deuxième constituant n'a pas besoin d'être protégé. Les benzoylanthocyanidines obtenues peuvent être hydrolysées à froid par le soude hydroalcoolique qui ouvre également le noyau central. L'addition d'acide chlorhydrique reconstitue le cycle et donne l'anthocyanidine. Toutes les anthocyanidines ont été obtenues par ce procédé, le problème principal étant la préparation du deuxième constituant approprié.

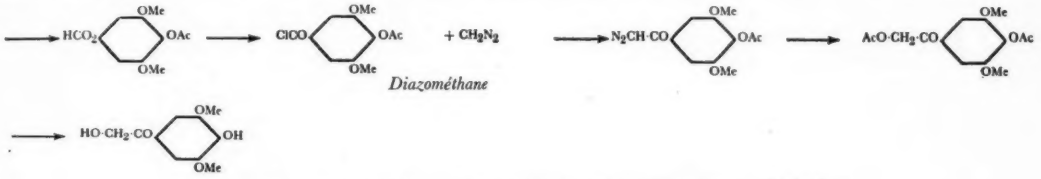
Sans tenir compte de la synthèse du groupement benzoyl, la benzoylphloroglucinaldéhyde peut être obtenue à partir du carbone en dix étapes: $C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5NO_2 \rightarrow C_6H_4(NO_2)_2 \rightarrow C_6H_3(NO_2)_3 \rightarrow C_6H_3(NH_2)_3 \rightarrow C_6H_3(OH)_3 \rightarrow C_6H_2(OH)_3CHO \rightarrow C_6H_2(OH)_2(O{\cdot}COC_6H_5)CHO$. Au laboratoire nous partons de phloroglucine du commerce, probablement préparée par la méthode ci-dessus à partir du benzène du goudron de houille ($C_6H_6$). Notre deuxième point de départ dans le cas de la malvidine est l'acide gallique, toujours préparé par hydrolyse du tannin naturel. Il peut être obtenu à partir du carbone en huit étapes: $C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5SO_3H \rightarrow C_6H_5OH \rightarrow C_6H_4(OH)CO_2H \rightarrow C_6H_2Br_2(OH){\cdot}CO_2H \rightarrow C_6H_2(OH)_3{\cdot}CO_2H$, en laissant de côté la formation de sels de sodium et d'acides.

Les dernières étapes sont les suivantes:

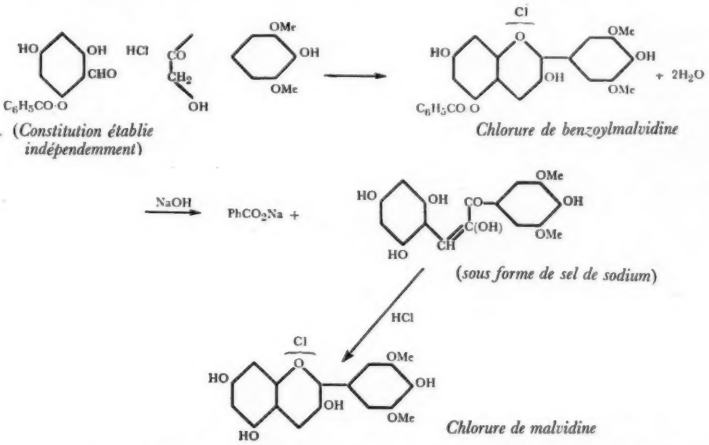



*Acide gallique* *Acide syringique*

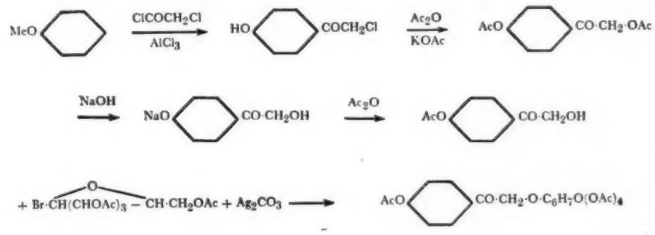
[Cette dernière phase est une déméthylation partielle sélective et l'on a établi que la constitution attribuée à l'acide syringique est exacte.]



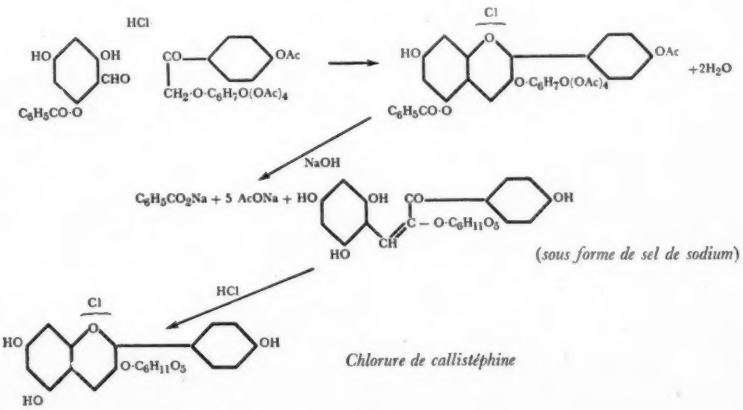

La synthèse réussit à froid en solution dans l'acétate d'éthyle:




En appliquant de telles méthodes aux anthocyanines elles-mêmes, il a fallu surmonter d'extrêmes difficultés expérimentales par suite de la facilité avec laquelle les glucosides sont hydrolysés par l'acide chlorhydrique aux concentrations élevées auxquelles il est nécessaire de l'employer. La préparation des glucosides constituants présentait aussi des obstacles, particulièrement dans les séries de la delphinidine et de la delphinidine méthylée. L'exemple le plus simple est celui de la callistéphine:

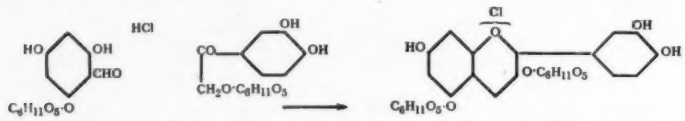


Donc:



De la même façon, en fixant le glucose à la place convenable, on a effectué la synthèse des trois autres monoglucosides de la pélargonidine et le travail fut étendu à ce domaine tout entier. Voici la liste des anthocyanines naturelles qui ont été préparées artificiellement: callistéphine, pélargonidine 3-galactoside (qui se trouve dans les fraises), chrysanthémine, idaeïne, delphinidine 3-monoglucoside, delphinidine 3-monogalactoside, oenine, malvidine 3-monogalactoside, mécocyanine (qu'on a prouvée être le cyanidine 3-gentiobioside), antirrhinine (travail non publié), pélargonine, cyanine, delphine et malvine.

La cyanine pouvait être obtenue synthétiquement, comme on l'indique ci-dessous, mais il vaut mieux utiliser le procédé standard:



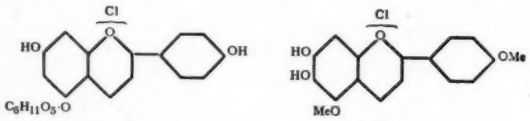

*Chlorure de cyanine*

ÉTUDE DES ANTHOCYANINES

La possession de spécimens purs des principales anthocyanines nous a permis de comparer leurs réactions avec celles des solutions obtenues en extrayant la matière première végétale par de l'acide chlorhydrique à 1 pour cent, et de mettre au point un procédé d'examen rapide de ces extraits. On a ainsi identifié les anthocyanines présentes dans un grand nombre d'espèces et de variétés. Des substances connues sous le nom de co-pigments modifient les réactions colorées et les autres propriétés des anthocyanines, mais on peut souvent éliminer ces influences gênantes; sinon on peut s'en accommoder. Les principaux co-pigments sont des tannins et des anthoxanthines. On dispose d'une grande variété d'essais rapides qui s'appliquent également à l'anthocyanine et à l'anthocyanidine dérivée. Ces essais comprennent la couleur en solution acide aqueuse et alcoolique, les réactions colorées avec l'acétate de sodium, le carbonate de sodium, la soude, la réaction ferrique, un essai de destruction oxydante en solution de soude à 5 pour cent environ, et par dessus tout la mesure du coefficient de partage entre l'acide chlorhydrique à 1 pour cent et des solvants organiques non miscibles.

Les anthocyanidines sont complètement extraites de leurs solutions aqueuses par l'alcool amylique. Les monoglucosides ont des coefficients de distribution (pourcentage de pigment passant dans l'alcool amylique dans des conditions définies) allant de 9 à 50, tandis que les diglucosides ont des coefficients entre 0 et 5 environ. Une anthocyanidine peut être remise en solution dans l'acide chlorhydrique à 1 pour cent, à partir d'une solution dans l'alcool amylique, par addition de benzène ou d'éther de pétrole. Elle peut être à nouveau ramassée par l'alcool amylique et passer ainsi alternativement d'un solvant dans l'autre jusqu'à ce qu'on ait obtenu un degré suffisant de pureté. Des mélanges spéciaux ont été mis au point afin de permettre la différenciation des anthocyanidines. Par exemple, un certain mélange extrait beaucoup de pélargonidine et de péonidine, un peu de cyanidine mais pas de delphinidine, de malvidine, ni de pétunidine. Un autre extrait toute la pélargonidine, la péonidine et la malvidine, à peu près la moitié de la cyanidine, un peu de pétunidine et pas de delphinidine.

Cette étude considérable n'a révélé qu'un petit nombre de types réellement nouveaux. Les fleurs rouges-orangées de *Gesnera fulgens* contiennent de la gesnérine (XVI sous forme de chlorure) dont on a fait la synthèse pour effectuer l'étude comparative. C'est la seule anthocyanine connue qui ne possède pas d'oxygène en position 3:




(XVI) (XVII)

Une substance analogue est la *carajurine* (XVII sous forme de chlorure), isolée d'un rare cosmétique coloré utilisé par les Indiens de l'Orénoque (A. G. PERKIN, CHAPMAN, et l'auteur, 1927).

Différentes anthocyanines, non encore isolées en substance, ont été identifiées dans des végétaux: par exemple un pélargonidine-3-bioside se trouve dans les fleurs rouges-orangées de capucine et un pélargonidine-3-rhamnoglucoside dans celles de Gloxinia écarlate.

Des anthocyanines non identifiées, entièrement nouvelles, aussi bien que quelques-unes du type que l'on rencontre dans les plantes à fleur, colorent les jeunes frondes de fougère; les gymnospermes ont également le pouvoir de produire ces substances colorantes. Ces pigments n'ont pas été trouvés dans les bactéries, ni, à la connaissance de l'auteur, dans les algues ni les champignons.

Elles peuvent exister dans presque toutes les parties des plantes: racines, tiges, feuilles, sépales,

fruits et fleurs. La couleur peut être permanente, comme dans les feuilles de *Coleus*, ou transitoire, comme dans les extrémités des racines en croissance de certaines saxifrages et dans de nombreuses jeunes feuilles. Cette distribution étendue suggère une fonction physiologique déterminée, qui cependant n'a pas encore été élucidée. Les anthocyanines sont fréquemment présentes dans les régions lésées des plantes, et le rougissement des feuilles à l'automne est une autre manifestation de leur présence.

Il existe une prépondérance accablante des dérivés de la cyanidine dans les feuilles jeunes, dans les anthocyanines des tissus végétaux en cicatrisation, et dans les feuilles rougissantes de l'automne, et l'on a de bonnes preuves statistiques que la cyanidine peut être considérée comme le type normal. On a montré que l'état d'oxydation du noyau aromatique est le résultat naturel de la théorie selon laquelle la substance est fabriquée dans la plante conformément à l'équation suivante:

$$C_6 + C_3 \rightarrow C_6 - C_3 + C_6 \rightarrow C_6 - C_3 - C_6$$

De nombreux représentants des types $C_6 - C_3$ admis comme intermédiaires sont connus parmi les produits naturels.

Les fleurs, particulièrement les fleurs de jardins, sont plus hautement spécialisées, et chez elles les anthocyanines ont été différenciées et transformées afin d'être adaptées aux necessités de la reproduction, (attraction des insectes), du climat, et aux désirs des horticulteurs. Les fleurs rouges prédominent dans les régions tropicales, et beaucoup ont pour base la pélargonidine; même quand la delphinidine s'y trouve, la fleur est souvent rouge. D'autre part la flore alpine des régions très élevées est caractérisée par une majorité de fleurs bleues à base de delphinidine.

Cependant, la cyanidine tient sa place parmi les couleurs des fleurs de tous les types. Sur 530 espèces étudiées, 19 pour cent seulement contiennent des dérivés de la pélargonidine, 40 pour cent contiennent des dérivés de la cyanidine et de la péonidine, et 50 pour cent des dérivés de la delphinidine, la malvidine, la pétunidine ou l'hirsutidine. Sur les 299 genres étudiés, 52 pour cent contiennent des dérivés de la cyanidine. Parmi les familles, le pourcentage des dérivés de la cyanidine était 72 et pour les ordres 80.

### ANTHOCYANINES AZOTÉES

WILLSTÄTTER et SCHUDEL ont fait une étude préliminaire de la bétanine, pigment de la bette, et ont montré qu'elle contient de l'azote. Par la suite les bractées de bougainvillié ont fourni un autre membre de la série (PRICE et l'auteur). On sait peu de chose de la chimie de ces pigments, mais ce sont des glucosides, et leurs propriétés caractéristiques ont été reproduites avec des composés synthétiques contenant un groupement aminé dans la molécule habituelle d'anthocyanidine. La composition de la bétanine et de la bougainvilléidine suggère que la molécule d'anthocyanine est fixée au groupe amino d'un acide aminé protéinique. La nudicauline (PRICE, SCOTT-MONCRIEFF, et l'auteur), pigment jaune du pavot d'Islande, contient aussi de l'azote et semble apparentée à ce groupe.

On n'a trouvé d'anthocyanines azotées que dans cinq ordres, ce sont les *Caryophyllales*, *Chénopodiales*, *Lythrales*, *Thyméléales* et *Cactales*. Il est par conséquent probable que les *Cactales* ne sont pas aussi éloignées des quatre ordres précédemment nommés que HUTCHINSON a tenté de le suggérer dans son livre *Families of Flowering Plants* (1926).

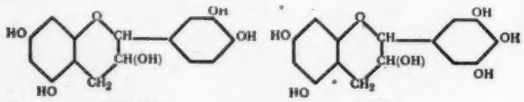
### SUBSTANCES VOISINES DES ANTHOCYANINES EXISTANT A L'ÉTAT NATUREL

Les anthoxanthines des groupes de la flavone et du flavonol ont déjà été mentionnées. Elles existent dans les végétaux à l'état de glucosides et représentent une forme oxydée du noyau central. Il n'y a pas de preuves qu'elles soient fabriquées par oxydation des anthocyanines ni qu'elles soient réduites en anthocyanines *in vivo*. Il est plus probable qu'elles dérivent, par bifurcation, de précurseurs communs.

On ne doit pas être surpris de rencontrer la plus commune des anthoxanthines, la quercétine, auprès de la plus commune des anthocyanidines. Il y aurait lieu de s'étonner si pareille rencontre ne se produisait pas en quelques cas, et le fait est moins significatif que ne le serait la coexistence de types peu communs.

Des substances plus réduites sont les leucoanthocyanines, les catéchines, la cyanomaclurine, le peltogynol, etc. Le terme *leucoanthocyanine* désigne des substances très répandues qui donnent des anthocyanidines lorsqu'on les traite par l'acide chlorhydrique en solution alcoolique à chaud et en présence de l'air. Il y a peu de doute qu'elles ne soient très voisines des anthocyanines et puissent dans certaines conditions donner naissance aux pigments. Il est cependant très peu probable qu'elles en soient les précurseurs normaux. Certaines leucoanthocyanines donnent naissance à la pélargonidine et certaines à la delphinidine, mais la grande majorité donne de la cyanidine.

Les catéchines (XVIII), (XIX), représentent la forme la plus réduite des types anthoxanthines-anthocyanines, et APPEL et l'auteur ont pu oxyder la catéchine-Gambier (XVIII) en cyanidine. Le procédé employé était indirect et comprenait une méthylation, une oxydation par le brome en bromo-cyanidine méthylée, et à ce moment combinait la déméthylation et l'élimination du brome par action de l'acide iodhydrique à chaud. C'est peut-être la façon la plus facile d'obtenir de la cyanidine:




(XVIII) (XIX)

GÉNÉTIQUE DE LA COULEUR DES FLEURS

Ce sujet demande à être traité séparément, aussi n'y ferons-nous qu'une brève allusion. Les méthodes établies pour l'étude des anthocyanines se sont montrées extrêmement utiles dans les expériences de culture qui exigent un nombre considérable d'analyses.

Les gènes responsables des variations de la couleur des fleurs ont été identifiés dans de nombreux genres et l'on en a tiré quelques déductions importantes relativement au mécanisme de la synthèse de l'anthocyanine dans la plante. Par exemple, une étude de *Dahlia* par LAWRENCE et SCOTT-MONCRIEFF a montré qu'il est très probable que les anthocyanines et anthoxanthines sont dérivées de deux précurseurs communs, l'un des deux étant très abondant, alors que l'autre n'existe qu'en quantité limitée.

L'auteur et LADY ROBINSON ont eu le privilège de prendre part à l'une de ces études, celle qui a été faite sur le pois de senteur (BEALE, ROBINSON et SCOTT-MONCRIEFF). Les descriptions ci-dessous, empruntées au *Journal of Genetics* (1939), illustrent quelques-uns des principaux types et constituent un résumé des causes des variations de la couleur des fleurs. La partie la plus volumineuse de la fleur est appelée l'étendard, et la partie plus petite située plus bas forme les ailes.

1) Pourpre, encapuchonné, ailes sombres. L'anthocyanine est dérivée de la delphinidine; elle est diglucosidique et méthylée (pétunidine et malvidine).

2) Rouge, encapuchonné, ailes sombres. Anthocyanine dérivée de la cyanidine, et pour une bonne part du péonidine diglucoside.

3) Saumon, encapuchonné, ailes sombres. Anthocyanine, pélargonidine diglucoside.

Ces trois exemples illustrent les différences dûes à la nature des anthocyanines.

4) Pourpre, ailes claires. Même anthocyanine que 1) mais avec beaucoup de co-pigment et peu d'anthocyanine dans les ailes.

5) Cuivre ou marron, étendard et ailes semblables, absence de co-pigment dans les ailes. Ce type se rencontre parmi les fleurs pourpres, rouges et saumon, l'exemple donné étant à base de delphinidine. L'absence de co-pigment est associée avec le blanchissement au soleil et elle est dûe à un gène spécifique.

6) Mauve, encapuchonné, ailes sombres. Anthocyanine dérivée de la delphinidine. Beaucoup de co-pigment et peu d'anthocyanine partout.

7) Pourpre, ailes sombres. Anthocyanine à base de delphinidine, co-pigment dans les ailes.

8) Terne, ailes sombres. Comme 7), mais la sève cellulaire a un *p*H plus élevé (plus alcalin).

9) Rouge, ailes sombres. Comme 2), mais ne possède pas le facteur H (encapuchonné) et présente du co-pigment dans les ailes.

10) Rouge clair, ailes sombres. Comme 9) mais avec un *p*H plus élevé.

Il est à noter que plusieurs facteurs, par exemple H ('hooded' = encapuchonné), sont associés avec les changements de concentration en anthocyanines; avec un accroissement dans cet exemple.

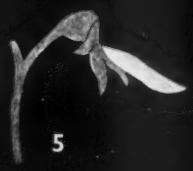
L'auteur ne veut pas conclure sans reconnaître ce qu'il doit à d'enthousiastes collaborateurs, parmi lesquels il faut mentionner tout particulièrement, en ce qui concerne les synthèses chimiques, les DRS D. G. PRATT et W. BRADLEY, les PROFESSEURS A. ROBERTSON et A. R. TODD. LADY ROBINSON eut un rôle de premier plan dans l'étude des anthocyanines et des leucoanthocyanines et MISS R. SCOTT-MONCRIEFF (Mrs Meares) a ouvert la voie de la génétique de la couleur des fleurs. Le DR J. R. PRICE a travaillé sur les anthocyanines azotées et a contribué à étendre l'étude générale.

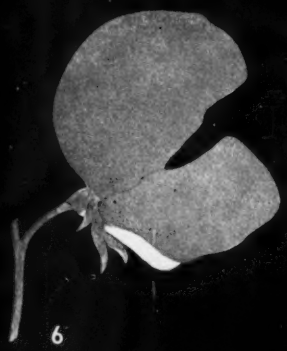
1

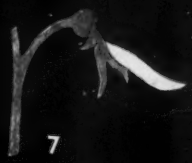
2

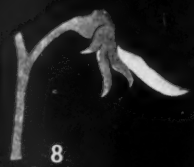
3

4


5


6


7


8

9

10

# Qu'est-ce que l'hérédité?

C. D. DARLINGTON

« Tel père, tel fils » — mais pourquoi et comment? Les savants ont depuis longtemps quelque idée sur le mécanisme général de l'hérédité, mais on a acquis pendant ces dernières années une moisson de renseignements détaillés et précis sur ce sujet. Le Dr Darlington, en passant en revue ici ces récents travaux, montre qu'en fin de compte, la transmission de ces caractères héréditaires est un processus chimique.

La conception la plus simple, et la plus ancienne, de l'hérédité est peut-être celle d'une *force:* l'organisme, tel que nous le connaissons, résulte des actions combinées de cette force et du milieu. Le pouvoir de cette force est exprimé par le proverbe selon lequel on ne peut faire d'une buse un épervier. Une seconde conception aussi ancienne est que l'hérédité est une *loi*, la loi selon laquelle les semblables engendrent des semblables. La première apparait chez JOHANNSEN dans le concept formel du génotype réagissant sur le milieu pour former le phénotype, c'est-à-dire le caractère visible. La seconde apparait dans les lois de ségrégation et de recombinaison des caractères héréditaires formulées par MENDEL. Dans une troisième conception l'hérédité est une *substance*. C'est à cette dernière conception que la génétique s'est rangée au cours des vingt dernières années. La substance est constituée par les chromosomes, les lois par leur mécanique, et la force par leurs affinités chimiques.

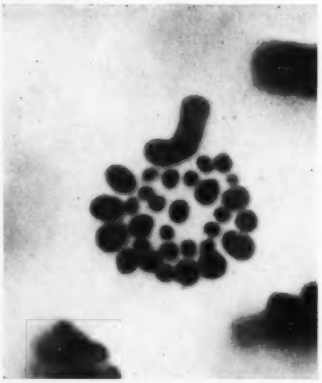


FIGURE 1 – *Chromosomes pendant la mitose chez une sauterelle mâle* Leptophyes punctatissima. *Il y a trente chromosomes ordinaires et un chromosome X en haut.* (× 2.400)

Que sont ces chromosomes? Pour le comprendre, nous devons nous souvenir que le corps de la plante ou de l'animal est formé d'un ensemble de cellules, dont chacune constitue une unité vivante. Les globules sanguins, les grains de pollen, et les œufs, sont des cellules qui se séparent facilement, tandis que les tissus tels que les muscles ou le cerveau forment une masse de cellules étroitement liées les unes aux autres. Chaque cellule est gouvernée par un corpuscule globulaire appelé le noyau. À mesure que la plante ou l'animal croît, ses cellules se divisent, et cette division entraîne naturellement celle du noyau. Quand le noyau se divise, il se transforme en un certain nombre de corpuscules en bâtonnets — ce nombre est constant pour chaque individu particulier — ce sont les chromosomes (figure 1).

Le nombre de chromosomes n'est pas seulement constant. C'est ordinairement un nombre pair. La signification de ce fait apparaît clairement lorsque nous observons la formation des cellules germinales, œufs et spermatozoaires. Dans la cellule-mère qui se divise pour donner les cellules germinales, les chromosomes s'associent par paires, et, remontant vers leur origine, nous pouvons prouver que dans chaque paire, l'un des éléments dérive de la mère, tandis que l'autre dérive du père. Chaque plante ou chaque animal a par conséquent une double hérédité. De plus, les associés se séparent sans être divisés eux-mêmes, de telle sorte que les œufs et les spermatozoaires ont seulement la moitié du nombre normal de chromosomes: le nombre *diploïde*, comme nous l'appelons, est réduit au nombre *haploïde*. Et quand l'œuf est fécondé par le spermatozoaire, un nouvel individu est créé qui possède un nombre diploïde.

L'individu est nouveau au sens héréditaire ou génétique parce qu'il possède une nouvelle combinaison de chromosomes, différente de celle de chacun de ces parents. En réalité, puisque chaque paire de chromosomes peut se rompre et se recombiner ou faire des « chassés croisés » à plusieurs endroits différents dans chaque cellule-mère, chacun des descendants a des chances d'être différent de chacun de ses frères ou sœurs (figure 2).

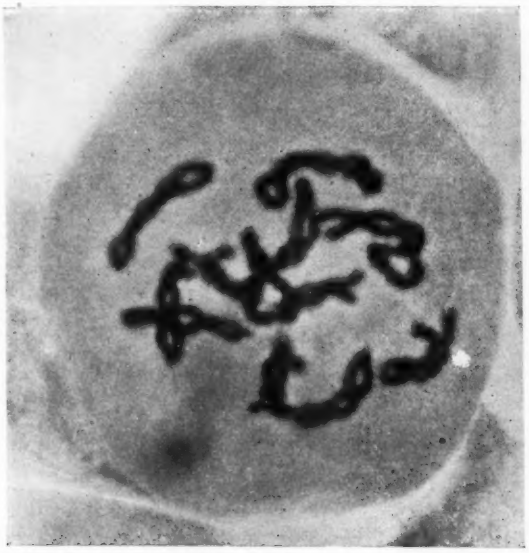


FIGURE 2 – *Douze chromosomes couplés dans une cellule-mère de pollen d'un lys,* Fritillaria chitralensis. *Les points où les anses se rencontrent indiquent les emplacements des « chassés-croisés ».* (× 1.600)

Voyons maintenant comment tout ceci se présente pratiquement. La plupart des différences héréditaires, telles que la taille et la couleur de la peau chez l'homme, sont déterminées par l'intervention de tous les chromosomes, qui diffèrent en de nombreux détails. Mais l'on rencontre souvent des différences importantes et simples. Ce sont précisément celles que BATESON fut le premier à utiliser dans ses recherches sur l'élevage des volailles. Il découvrit que le croisement de races noires et de races blanches donnait des descendants noirs, « bleus », et blancs. Mais quand on produisait une seconde génération en croisant deux « bleus », on n'obtenait jamais une descendance uniforme. On avait toujours des noirs, des bleus et des blancs dans le proportion de 1 à 2 et à 1. Il y avait là une nette séparation ou ségrégation des trois types. Lorsque Mendel eût obtenu des résultats de ce genre, il supposa que la première génération possédait un mélange des facteurs *Bb* (noir-blanc). C'est pourquoi il se formait un nombre égal de cellules germinales renfermant *B* et *b*, qui donnaient une descendance possédant le facteur des combinaisons *BB* à *Bb* et à *bb* dans les proportions de 1 à 2 et à 1. Nous pouvons voir maintenant que les chromosomes remplissent exactement ces conditions en s'associant par paires et en se divisant dans les cellules-mères du germe.

Une des différences héréditaires les plus importantes est celle qui concerne le sexe lui-même, et puisque la ségrégation est tellement tranchée et que les nombres de mâles et de femelles sont presque toujours égaux, il est naturel de supposer que nous avons là une différence héréditaire unique. Par exemple, si les femelles étaient toutes *XX* et les mâles tous *Xx*, la descendance de l'inévitable croisement entre *XX* et *Xx* serait constituée par un nombre égal d'individus de chaque sexe. En fait il se trouve que toutes les femelles de mammifères possèdent une paire de chromosomes que nous appellerons *XX* ou chromosomes sexuels, tandis que chez les mâles il y a un seul chromosome *X* qui s'apparie avec un très petit partenaire, différent de *X* uniquement par le fait qu'il est de dimensions moitié moindres. Nous appellerons ce petit élément *Y*. Le mâle est mâle parce « qu'il a moins d'hérédité » [6].

Cette conception de la détermination sexuelle a des conséquences frappantes au point de vue de l'hérédité. Considérons par exemple le chat tigré. Son histoire est curieuse. Pour commencer, c'est toujours une femelle. Lorsqu'elle est croisée avec un mâle noir ou un mâle jaune, sa descendance mâle comprend toujours un nombre égal de jaunes et de noirs. La couleur du père n'a aucune importance. Il est évident que le chat tigré est un mélange de noir et de jaune et que les facteurs ou *gènes* qui doivent donner le noir ou le jaune se trouvent dans le chromosome *X* et non pas dans le chromosome *Y*. Par conséquent le mâle ne peut avoir l'hérédité nécessaire pour que son pelage soit tigré.

Nous trouvons que le chromosome est constitué par une fibre de protéine qui n'est pas sans analogie avec les cheveux ou la soie [1]. Elle est basée sur la liaison peptidique —C—C—N—. Sur cette charpente sont fixés de place en place les groupements actifs que nous connaissons sous le nom de gènes. Entre autres choses, les gènes règlent le cycle de division du noyau, et ceci par un moyen chimique bien déterminé et invariable dans tous les organismes. Sur les gènes s'attachent des séries de plaques minces, les nucléotides de l'acide thymonucléique, qui se polymérisent en colonnes parallèles aux minces fibres de polypeptides. Les plaques sont placées exactement à la même distance les unes des autres que les atomes dans la chaîne peptidique — 3,4 unités Ångström, ainsi que l'a montré l'analyse par les rayons X faite par Astbury (cf. ENDEAVOUR, Vol. I, pp. 70–73). A ces colonnes régulières sont

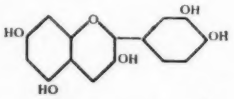
FIGURE 3 – *Noyau au repos dans une cellule de glande salivaire de* Drosophila. *Les gènes ont subi huit cycles de reproduction et se présentent comme une série de plaques minces comprenant chacune 256 gènes. Les plus gros de ces gènes forment les bandes de couleur plus foncée.* (× 1.500)

dûes les deux propriétés primordiales des chromosomes et des gènes, c'est-à-dire l'enroulement et la reproduction. La reproduction est la base de l'hérédité, en fait celle de la vie, car tout système vivant disparaîtrait rapidement sans la possibilité de se reproduire (figure 3).

L'acide nucléique rend un service encore plus remarquable: il rend les chromosomes visibles, et ceci de deux façons: en fixant électivement les colorants, et en absorbant électivement la lumière ultra-violette; cette méthode d'étude a été développée par CASPERSON [2] (figure 4). C'est pourquoi il est très facile d'étudier ce qu'il advient de l'acide nucléique. On remarque que certaines parties des chromosomes rejettent une partie de leur revêtement d'acide nucléique lorsqu'ils reconstituent le noyau à la fin de la division cellulaire. Il est alors mis en réserve dans un organe spécial, la nucléole, et il s'y trouve sous une forme spéciale de réserve avec un radical sucré différent. D'autres parties conservent l'acide nucléique (figure 5). Et on constate que ce sont ces dernières qui ne jouent aucun rôle dans les cellules considérées. Certains groupes de gènes ou même des chromosomes entiers semblent ne jamais jouer aucun rôle, et on constate que ces groupes peuvent être détruits par les rayons X ou tout autre procédé sans que cela gêne le moins du monde l'organisme. Si nous laissons se diviser aux environs du point de congélation des cellules contenant ces chromosomes inertes, nous les voyons dans un état de carence. Elles sont carencées en acide nucléique et la chaîne de gènes du chromosome est dénudée et se colore à peine (figure 6). Dans les cas extrêmes elle ne réussit même pas à s'enrouler, ni à se reproduire correctement [3].

On voit ici un peu du fonctionnement intérieur du mécanisme de l'hérédité. De l'extérieur, le travail de recherche est plus difficile, plus ardu et plus compliqué. HALDANE [5] a donné récemment un grand nombre d'exemples variés, quelques-uns nous suffiront pour montrer comment on attaque le problème actuellement.

Les principales couleurs des fleurs ont pour base des pigments bleus et rouges, les anthocyanines, dont la structure détaillée et les variations ont été récemment révélées par ROBINSON à Oxford (voir p. 92). Le plus simple de ces pigments est un glucoside de la cyanidine qui est d'une façon générale la base de la couleur des feuilles et des tiges et paraît être dérivé de deux groupements hexose et un groupement triose assemblés comme le montre la figure:




Les pigments si variés des fleurs semblent dérivés de cette molécule fondamentale par oxydation, réduction, méthylation, et addition d'un second radical sucré, en différentes positions.

FIGURE 4 – *Chromosomes couplés dans des cellules-mères de pollen de* Tradescantia. *À droite: six paires dans une cellule fixée. À gauche: douze paires dans une cellule vivante photographiée à la lumière ultra-violette.* (× 1.000)

FIGURE 5 – *Cellules-mères du sac embryonnaire de* Fritillaria pudica *montrant trois masses compactes de chromosomes inertes chargés d'acide thymonucléique ou d'acide désoxyribose-nucléique et la volumineuse sphère faiblement colorée contenant la réserve d'acide ribose-nucléique. La différenciation est obtenue par la méthode de coloration de Feulgen qui est basée sur la réaction Schiff.* (× 2.400)

FIGURE 6 – *Chromosomes carencés sous l'influence du froid, dans les grains de pollen de* Fritillaria pudica. *Les bandes pâles sont des segments inertes.* (× 1.800)

Chacun de ces changements peut être déterminé dans la plante par la mutation d'un seul gène. L'étude des effets des combinaisons des différents gènes dans des plantes variées a permis à LAWRENCE et PRICE [7] de découvrir l'ordre dans lequel les nombreux gènes agissent pendant le processus de formation de ces pigments à partir du sucre dans la cellule.

La façon dont les gènes donnent naissance à la plupart des différents caractères dépend des variations des conditions extérieures. Les changements de température ou de régime alimentaire influent sur la formation de ces caractères, et quelquefois les paralysent entièrement. Par exemple, on connait chez la mouche *Drosophile* un certain changement de gène qui empêche le développement des antennes dans les conditions normales de croissance. Mais si l'on donne aux larves une grande quantité de vitamine $B_2$, les « mouches sans antennes » deviennent impossibles à distinguer du type sauvage normal [4].

Nous voyons ainsi le mécanisme de l'hérédité se démonter à ses deux extrémités. C'est un mécanisme chimique, mais les molécules qui sont en jeu varient énormément dans leurs dimensions et leur forme. Certains des mécanismes qu'elles animent sont plus faciles à étudier par les méthodes d'élevage, d'autres dans le tube à essai, et d'autres encore sous le microscope électronique ou à la lumière ultra-violette. Par ces méthodes nous arriverons peu à peu à découvrir la façon dont tous ces mécanismes s'enclenchent, et, cela fait, nous verrons que la distinction entre chimie et biologie ne sera plus qu'une simple question de technique.

## BIBLIOGRAPHIE

[1] ASTBURY, W. T. « Protein and Virus Studies in relation to the Problem of the Gene », *Proc. 7th Int. Genet. Cong.*, 1939 (Cambridge), 1940, 49–41.

[2] DARLINGTON, C. D. « Chromosome Chemistry and Gene Action », *Nature*, 1942, **149**, 66–69.

[3] DARLINGTON, C. D., et LA COUR, L. F. *The Handling of Chromosomes*, Londres, 1942.

[4] GORDON, C., et SANG, J. H. « The Relation between Nutrition and Exhibition of the Gene Antennaless (*Drosophila melanogaster*) », *Proc Roy. Soc.*, 1941, [B], **130**, 151–84.

[5] HALDANE, J. B. S. *New Paths in Genetics*, Londres, 1941.

[6] KOLLER, P. C., et DARLINGTON, C. D. « The Genetical and Mechanical Properties of the Sex Chromosomes — I », *J. Genet.*, 1934, **29**, 159–73.

[7] LAWRENCE, W. J. C., et PRICE, J. R. « The Genetics and Chemistry of Flower Colour Variation », *Biol. Rev.*, 1940, **15**, 35–58.

# Quelques sociétés chimiques au XVIII$^{ème}$ siècle

JAMES KENDALL

Au dix-huitième siècle, la chimie était à la mode en Grande Bretagne, et l'amateur curieux la cultivait tout autant que le savant de profession. Il n'est donc pas surprenant que les sociétés chimiques aient commencé à prendre forme à cette époque. Le professeur Kendall raconte l'histoire de certaines de ces anciennes sociétés, notamment celle de la Société chimique de l'université d'Édimbourg.

La « *Chemical Society* » de Londres avait projeté de célébrer le centenaire de sa fondation en 1941, puisque, selon ses archives officielles, « le 23 février, 1841, vingt-cinq messieurs s'intéressant à l'essor de la Chimie se sont réunis à la *Society of Arts* pour délibérer sur l'opportunité de former une Société chimique ». La commémoration officielle de ce centenaire a dû, bien entendu, être ajournée à cause de la guerre. Cependant, puisque l'idée que la *Chemical Society* de Londres a été « la première des sociétés chimiques dans le monde » prévaut encore aujourd'hui, il ne semble pas hors de propos de donner quelques brèves informations sur un certain nombre d'autres sociétés chimiques qui ont existé dès avant la fin du XVIII$^{ème}$ siècle.

*James Woodhouse.*

Les chimistes de la première heure ne se réunirent tout d'abord pas uniquement en tant que chimistes; ils étaient plus ou moins noyés dans de larges assemblées comme la *Royal Society*. La « révolution chimique » — dont le vrai début date des travaux de JOSEPH BLACK et dont l'œuvre de LAVOISIER qui renversa la théorie du phlogistique marque l'apogée — attira pour la première fois l'attention générale vers la science chimique proprement dite. Jusque récemment, on s'accordait à reconnaître à la *Chemical Society* de Philadelphie, fondée par JAMES WOODHOUSE en 1792, la priorité sur toutes les sociétés du monde qui se fondèrent à cette époque. On peut citer à ce propos l'éminent historien de la chimie qu'est EDGAR F. SMITH [7], ancien provost de l'université de Pennsylvanie:

> Ce fut la première société chimique du monde. Autant que l'on puisse savoir, Woodhouse fut son premier et unique président. Cette société vécut environ dix-sept ans. Ses membres étaient partisans de la théorie de la combustion de Lavoisier. Les minutes de la société n'ont pu être retrouvées, malgré les plus diligentes recherches.

Cependant un certain nombre d'exemplaires des publications de la société a été préservé, et on a pu reproduire ici les pages d'entête de deux d'entre elles. La harangue de THOMAS P. SMITH est d'un caractère purement historique et ne contient aucune expérience nouvelle, mais le mémoire de ROBERT HARE sur son invention du chalumeau oxhydrique marque réellement une étape dans la découverte scientifique.

Le titre d'ancienneté de la *Chemical Society* de Philadelphie ne fut jamais mis en question avant 1935. En avril de cette année-là, la *Chemical Society* de l'université d'Édimbourg se réunit pour célébrer son jubilé, croyant qu'elle n'avait été fondée que soixante ans auparavant, et il me fut demandé de préparer un discours à cette occasion. En relisant la biographie de Joseph Black par SIR WILLIAM RAMSAY, je tombai sur un passage où Ramsay révèle qu'il a découvert une feuille sur laquelle la date seule (1785) était de la main de Black, et dont le titre porte: « Liste des membres de la *Chemical Society* ». Voici ce que Ramsay remarque à ce sujet:

> C'était peut-être une société composée de personnes habitant Édimbourg, et s'intéressant à la

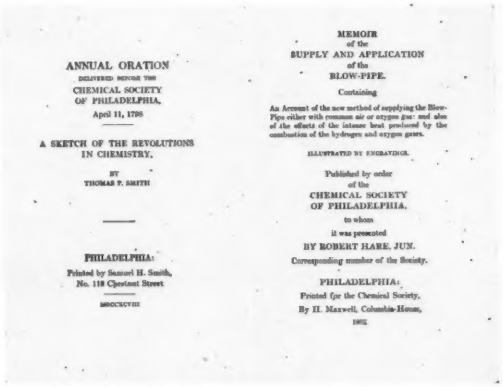
chimie, mais il semble plutôt qu'il s'agit d'une société plus générale. . . . Le seul nom que je puisse reconnaître est celui du Dr Thos. Beddoes, fondateur du *Pneumatic Institute*, et à qui revient le mérite d'avoir « découvert » Sir Humphry Davy.

La liste complète des noms — cinquante-neuf en tout — est reproduite ci-dessous:

| | | |
|---|---|---|
| John Webster | Hen. H. Ward | J. Alderson |
| Wm. Scott | Morgan Deasy | J. McElwaine |
| — Halliday | H. Pache | T. Gill |
| Jas. Forster | Jno. Gay | T. Willson |
| Sam. Black | Tho. McMorran | Frs. Montgomery |
| Jno. Black | Adam Gillespy | Thos. Swainson |
| Jas. Plumbe | Thos. Burnside | Archd. Webb |
| Wm. Johnston | Corn. Pyne | J. Crumbie |
| Thos. Clothier | J. Unthank | Geo. Marjoribanks |
| Henry Johnston | J. Barrow | T. Grieg |
| Peter Gernon | J. Donavan | J. Parr |
| Robt. Ross | Saml. Macoy | Alex. Stevens |
| L. van Meurs | G. Tower | Wm. Symonds |
| (amteemann batavis) | J. Sedgwick | Thos. Beddoes |
| Hugh Brown | T. Skeete | J. Thompson |
| John Boyton | Wm. Robertson | G. Kirkaldie |
| Edw. Fairclough | J. Sprole | J. Carmichel |
| Bicker McDonald | Thos. Cooke | Nich. Elcock |
| F. Galley | Thos. Edgar | Richd. Gray |
| An. Mann | Guyton Jolly | J. Hayle |

L'idée me vint qu'en examinant le registre des inscriptions d'étudiants de cette époque de l'université d'Édimbourg, on pourrait sans doute identifier un plus grand nombre des noms figurant dans cette liste. Le registre fut donc consulté, et en moins d'un quart d'heure on put établir que, des cinquante-neuf membres de la Société, cinquante-trois étaient des étudiants ayant suivi, entre 1783 et 1787, les cours de chimie de Black à l'université d'Édimbourg. Grâce à l'amabilité du DR ALEXANDER MORGAN, cinq des six noms manquants furent ensuite retrouvés parmi ceux des étudiants de Joseph Black entre 1780 et 1788.

À la lumière de ces découvertes, l'agréable devoir m'incomba d'informer mes confrères de la *Chemical Society* de l'université d'Édimbourg, au déjeuner de leur « Jubilé de diamant », que leur réunion avait été convoquée sur de fausses prémisses et qu'en vérité c'était le cent-cinquantième anniversaire qu'il fallait célébrer! En effet, il est clair que la société de 1785 n'était pas, comme Ramsay l'avait cru, une société *générale*. C'était au contraire une société composée de ceux des étudiants des classes de Black qui s'intéressaient spécialement à la chimie, — en d'autres mots, c'était bien la *Chemical Society* de l'université d'Édimbourg. Nous ne savons pas ce qu'elle a pu durer après 1785, ni ce qui en avait existé avant, mais maintenant que nous connaissons l'origine de ses membres, la possibilité notée par Ramsay de découvrir « quelqu'un de leurs


ANNUAL ORATION
DELIVERED BEFORE THE
CHEMICAL SOCIETY
OF PHILADELPHIA,
April 11, 1786

A SKETCH OF THE REVOLUTIONS
IN CHEMISTRY,

BY
THOMAS P. SMITH

PHILADELPHIA:
Printed by Samuel H. Smith,
No. 118 Chestnut Street
MDCCXCVIII

MEMOIR
of the
SUPPLY AND APPLICATION
of the
BLOW-PIPE.

Containing

An Account of the new method of supplying the Blow-Pipe either with common air or oxygen gas: and also of the effects of the intense heat produced by the combustion of the hydrogen and oxygen gases.

ILLUSTRATED BY ENGRAVINGS.

Published by order
of the
CHEMICAL SOCIETY
OF PHILADELPHIA,
to whom
it was presented
BY ROBERT HARE, JUN.
Corresponding member of the Society.

PHILADELPHIA:
Printed for the Chemical Society,
By H. Maxwell, Columbia-House,
1802.

descendants en possession de certains procès-verbaux ou de documents se rattachant à son histoire » augmente sensiblement.

Dix-neuf des cinquante-neuf membres sont sur les listes des diplômés en médecine de l'université d'Édimbourg entre les années 1784 et 1790. Cette liste donne aussi les nationalités respectives, et il est intéressant de noter que sur les dix-neuf noms, trois seulement sont des Écossais de naissance, trois des Anglais, et les treize autres sont tous Irlandais! Joseph Black lui-même appartenait, comme chacun sait, à une famille originaire de Belfast, et il y a toujours eu dans les universités écossaises une importante proportion d'étudiants irlandais; néanmoins, pareille prépondérance est réellement surprenante.

Il y avait cependant au moins trois autres sociétés chimiques en Écosse avant 1801 [1], [2]. La première de celles-ci, celle de l'université de Glasgow, florissait dès l'an 1786; JOHN MACLEAN, CHARLES MACINTOSH et JOHN THOMSON comptaient parmi ses membres. John Maclean devait ensuite devenir le premier professeur de chimie du collège de New Jersey (aujourd'hui *Princeton University*), et, dans sa biographie, il est dit que:

> à l'Université il fut, bien que tout jeune encore, membre de la *Chemical Society*, un club qui semble s'être réuni à l'Université, avec la permission des autorités du Collège, peut-être même sous le parrainage des professeurs. Les membres soumettaient à l'examen de la Société des articles ou mémoires sur différents sujets en rapport avec les buts de leur association, et certains de ces mémoires semblent avoir fait présager de l'autorité que leurs auteurs devaient acquérir plus tard par leurs éminentes contributions dans l'art de la Chimie.

L'un des sept mémoires que Maclean lut lui-même devant la société, et qui porte la date du

29 mars (1786?), fait mention du DR WILLIAM IRVINE, professeur de chimie à l'université de Glasgow. Irvine mourut pendant l'été de 1787, et le 18 octobre de la même année, le DR A. EASON de Manchester remarque dans une lettre [3] adressée à CHARLES MACINTOSH (l'inventeur du vêtement imperméable):

« Que devient votre société chimique? Je suppose qu'elle va plutôt mal depuis que nous avons perdu ce pauvre Irvine. Cependant il faut que vous la mainteniez. »

Il s'agit sans doute de la même société, lorsque le Dr William Thomson écrit dans une notice biographique [8] sur son père, le DR JOHN THOMSON, professeur de médecine à l'université d'Édimbourg:

> Au début de l'année scolaire 1788–1789, Mr John Thomson alla à Glasgow pour suivre les cours de médecine. Outre les études d'anatomie qu'il poursuivit avec ardeur, il suivit les cours du Dr Cleghorn, qui donnait des conférences de chimie, succédant en cette fonction à Cullen, Black et Irvine. Il adhéra aussi à une société chimique dont plusieurs membres devaient devenir des chimistes éminents. On venait à peine de prendre connaissance des doctrines de Lavoisier; de jeunes et enthousiastes adeptes de la science chimique y prenaient grand intérêt; il est même permis de penser qu'ils étaient mieux préparés à les accueillir que ceux qui, avant d'accepter les nouvelles théories, devaient d'abord se débarrasser l'esprit des anciennes.

Cependant une deuxième société chimique fut fondée à Glasgow en 1798; WILLIAM RAMSAY, grandpère de Sir William Ramsay, en fut président en 1800. Le registre de cette société, pour la période qui s'étend du 8 octobre 1800 au 25 mars 1801, est aujourd'hui la propriété de la *Royal Philosophical Society* de Glasgow [10]. Il consiste presque entièrement en descriptions de recherches expérimentales faites par la société, apparemment pendant ses réunions qui avaient généralement lieu plus d'une fois par mois.

A la même époque, à Édimbourg, nous trouvons le Dr John Thomson transformant une Société d'Histoire Naturelle, probablement celle du Collège Royal des Chirurgiens, en une Société Chimique, dont Lord Brougham et Lord Lauderdale furent membres. Dans une lettre du 12 juin 1800 à son ami M. ALLEN, il écrit:

> Lord Lauderdale et moi avons fait l'expérience galvanique la semaine dernière, et je l'ai montrée à la Société le samedi. Nous allons avoir des tubes avec des fils d'or et des bouchons de verre pour essayer de voir l'effet sur les liquides caustiques, et on nous fait une grande plaque de zinc, pour voir si l'augmentation de puissance est proportionnelle à l'augmentation de surface. Dans ce cas toute la vaisselle plate de Sa Seigneurie sera transformée en pile galvanique!

Il n'y avait donc pas moins de quatre sociétés chimiques en Écosse, avant la fin du XVIII^ème siècle, — manifestation vraiment admirable de l'esprit de clan! De plus il n'est pas déraisonnable de considérer la *Chemical Society* de Philadelphie comme une filiale de celle d'Édimbourg en 1785. L'école de médecine du collège de Philadelphie, (aujourd'hui l'université de Pennsylvanie,) fut fondée en 1765 et fortement soutenue alors par Édimbourg, et le blason de l'université d'Édimbourg surmonte encore aujourd'hui la porte d'un de ses bâtiments anciens. JOHN MORGAN, qui fut le premier à y enseigner la chimie, et BENJAMIN RUSH, qui lui succéda en 1769 et fut en Amérique le premier professeur occupé uniquement à enseigner la chimie, étaient tous deux des élèves de Joseph Black à Édimbourg. Puisque des liens aussi intimes reliaient ces deux centres, l'existence à l'université d'Édimbourg d'une société chimique patronnée par Black, ne pouvait rester ignorée de personne au collège de Philadelphie, et lorsque James Woodhouse (alors âgé seulement de 22 ans) fonda la *Chemical Society* de Philadelphie, il est tout à fait plausible de considérer qu'il suivait, consciemment et délibérément, les traces de Joseph Black.

En 1937, après avoir décrit cette brillante foule de sociétés chimiques [2], je me risquais à conclure en déclarant qu'il serait intéressant de s'assurer de la date à laquelle cette habitude gagna les régions du Sud. Le défi fut relevé deux ans plus tard par le PROFESSEUR J. C. PHILIP, qui m'informa qu'une société chimique s'était réunie à Londres dès 1782. La seule allusion se trouve dans le Journal de JOHN PLAYFAIR, professeur de philosophie naturelle à l'université d'Édimbourg [5]:

> « La chimie fait *fureur* à Londres à présent. J'ai été présenté par Mr B. Vaughan à une société chimique qui se réunit tous les quinze jours au Chapter Coffeehouse. Là j'ai rencontré Mr Whithurst, le Dr Keir, le Dr Crawfurd, et plusieurs autres personnes ».

Playfair poursuit son récit en racontant comment il en vint aussi à rencontrer le DR PRIESTLEY « qui est devenu une célébrité mondiale ». Priestley était alors « particulièrement occupé par des recherches tendant à prouver que l'air inflammable et le phlogistique n'étaient qu'une seule et même chose », mais Playfair était de ces Écossais trop avisés pour se laisser convaincre.

Devons nous considérer que cette *Chemical Society* de Londres qui existait dès 1782, doit priver la *Chemical Society* de l'université d'Édimbourg, en fonctionnement en 1785, de son titre de « première société chimique dans le monde»? Personnellement, je ne le pense pas. On aura remarqué que la société de Londres à laquelle le professeur d'Édimbourg a été présenté possède une teinte qui fait soupçonner l'origine calédonienne. — Mr B. Vaughan était certainement un étudiant de Black, et deux des trois autres membres nommés par Playfair sont évidemment des Écossais. N'est-il donc pas bien vraisemblable qu'il s'agisse ici aussi d'une ramification de la société-mère de Joseph Black?

*Joseph Black.* *G. Bell et fils*

En tous cas l'abondance des documents qui ont déjà été produits permet d'espérer que de plus amples recherches révéleront l'existence d'encore plus de sociétés chimiques à l'époque de Black, Priestley et Lavoisier. Il semble probable que l'une d'elles se soit épanouie à Manchester avant 1787, puisque la lettre, déjà citée, du Dr Eason à Charles Macintosh, écrite cette même année, contient la phrase suivante: « Nous projetons pour le printemps prochain un nouveau volume de nos compte-rendus ». Si cet article pousse à l'examen d'archives locales pour la période qui nous intéresse, il aura atteint son but. En attendant, félicitons l'actuelle *Chemical Society* de Londres d'être la première société chimique dans le monde ayant fonctionné cent années sans interruption. Puissions-nous assister très prochainement à la commémoration triomphante de son centenaire!

## BIBLIOGRAPHIE


[1] BUTLER, J. A. V. « John Maclean, Charles Macintosh, and an early Chemical Society in Glasgow » (John Maclean, Charles Macintosh, et une ancienne Société Chimique à Glasgow), *J. Chem. Educ.*, 1942, **19**, 43.

[2] KENDALL, JAMES. « Old Chemical Societies in Scotland » (Les anciennes sociétés de chimie en Écosse), *Chem. and Ind.*, 1937, **15**, 141.

[3] MACKINTOSH, GEORGE. *Biographical Memoir of the late Charles Macintosh, F.R.S., of Campsie and Dunchattan*, imprimé pour une édition privée par W. G. Blackie & Cie., Villafield, Glasgow, 1847. (Notice biographique de feu Charles Macintosh...)

[4] MACLEAN, J. *A Memoir of John Maclean, M.D., the first professor of chemistry in the College of New Jersey, by his son John Maclean, the tenth president of the College.* (Notice en mémoire de John Maclean, M.D., premier professeur de chimie au collège de New-Jersey, par son fils, dixième président du collège), imprimé pour une édition privée seulement par le « Press » office, Princeton, N.J., 1876.

[5] PLAYFAIR, JOHN. *The Works of John Playfair* Œuvres de John Playfair), Édimbourg, 1822, **1** (Appendice).

[6] RAMSAY, SIR WILLIAM. *The Life and Letters of Joseph Black, M.D.* (Vie et lettres de Joseph Black, M.D.), Constable & Cie., Londres, 1918, 110.

[7] SMITH, EDGAR F. *Chemistry in America* (La Chimie en Amérique), D. Appleton & Cie., New-York Cité, 1914, 12.

[8] THOMSON, JOHN. *An account of the Life, Lectures and Writings of William Cullen, M.D.* (Sur la vie, les cours et les écrits de William Cullen, M.D.), William Blackwood & Fils, Édimbourg et Londres, 1859, p. 8 de l'Introduction.

[9] *Idem. Ibid.*, Ref. [8], p. 16 de l'Introduction.

[10] WILSON, FORSYTH J. « The Chemical Society of Glasgow: Minute Book of 1800–01 » (La *Chemical Society* de Glasgow, Journal des années 1800–01), *Ann. Sci.*, 1937, **2**, 451.

# Les matières plastiques et leurs applications

SIR EDWARD APPLETON

Il n'est pas de matière synthétique qui n'ait trouvé d'applications plus larges et plus variées que les matières plastiques, et leur utilité ne cesse de s'accroître. Sir Edward Appleton expose la structure et les propriétés typiques de certains des principaux plastiques, et les exemples qu'il choisit montrent leur possibilité d'adaptation à des buts étonnamment divers.

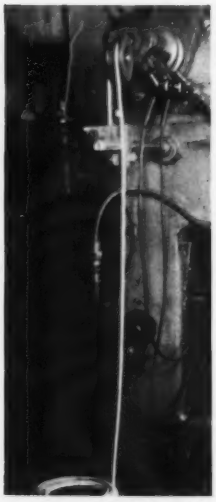


FIGURE 1 – *Extrusion d'essai d'un fourreau isolant en chlorure de polyvinyle souple.*

En temps de guerre, il devient spécialement important de s'attacher à réduire le nombre des opérations de fabrication. Certains articles manufacturés ont des formes extrêmement compliquées et pour les tailler dans la matière solide, il faut bien des opérations de découpage, de tournage, de perçage et de finissage. C'est pour les articles de cette sorte que les plastiques, s'ils conviennent en tant que matière première, peuvent être le plus avantageusement utilisés, puisque, en fait, leur forme se trouve déterminée en une seule opération.

L'industrie des matières plastiques, qui a surgi assez récemment, est basée sur l'emploi de matières organiques qui, en général sous l'action de la chaleur, peuvent devenir plastiques et par conséquent être moulées dans la forme désirée, forme qu'elles conserveront une fois l'action plastifiante est supprimée. Ces matières sont rarement d'origine naturelle, en général elles sont entièrement synthétiques. On peut signaler, par exemple, les résines formées par l'interaction du phénol et de la formaldéhyde, ou de l'urée et de la formaldéhyde. Un autre groupe de substances est formé par polymérisation, c'est-à-dire par l'union de petites molécules de corps liquides, ou même gazeux, en grosses molécules, constituant une matière plastique solide. Tels sont les polystyrènes et les polychlorovinyles. D'autres plastiques, comme les nitrocelluloses et les acétates de cellulose, formés par l'action de l'acide nitrique ou de l'acide acétique sur la cellulose, dérivent de matières organiques naturelles.

« La plasticité » est généralement un caractère des substances de poids moléculaire élevé. La structure de ces macro-molécules se présente soit en longues chaînes, soit en mailles. Le chimiste peut à l'heure actuelle faire la synthèse de ces macro-molécules (ou modifier les macromolécules naturelles) de manière à obtenir des produits dont il est possible, jusqu'à un certain point, de prédire les propriétés physiques et chimiques. Il ne lui faut pour tout cela qu'un petit nombre de matières premières essentielles.

FIGURE 2 – *Polystyrène moulé par injection: utilisé comme développante de bobine de haute fréquence.*

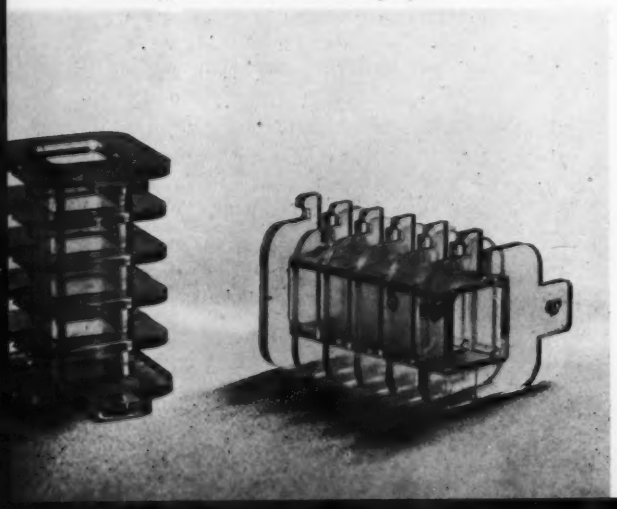


FIGURE 3 – *Conduits pour avions, en acétate de cellulose.*

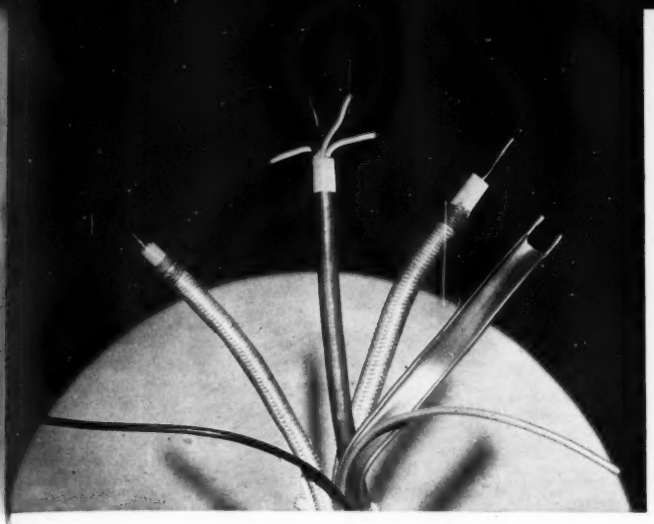


FIGURE 4 – *Câbles électriques isolés par des fourreaux de chlorure de polyvinyle.*

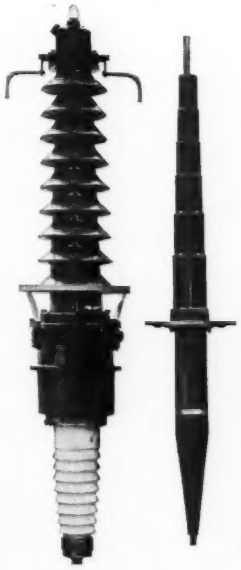
FIGURE 5 – *Fabrication d'un canot par moulage de contreplaqué collé avec des résines.*

On a trouvé, par exemple, que les substances plastiques du type non-polaire, ou hydrocarbures, sont d'excellents diélectriques pour la haute fréquence. Les résines synthétiques constituées par les molécules dérivées d'hydrocarbures, comme le styrène, l'isobutylène et l'éthylène, ont à la fois les propriétés diélectriques désirables et une résistance mécanique raisonnable. Une autre application intéressante et encore plus récente a été fournie par la synthèse des résines qui se laissent étirer en fibres lorsqu'elles sont à l'état plastique. Ces fibres sont précieuses soit dans l'industrie textile, soit en filaments utilisables comme soies de brosse ou cordes à boyau etc. . . . Les fibres naturelles sont constituées par de la cellulose, ou par des macromolécules protéiniques orientées dans la direction de l'axe de la fibre (cf. ENDEAVOUR, Vol. I, N° 2, pp. 70-73). Le nylon, protéine idéale type, et le vinyon qui possède une excellente résistance chimique, illustrent des réussites remarquables. D'une manière analogue, on a produit par synthèse de nombreuses macromolécules douées des propriétés du caoutchouc.

C'est surtout empiriquement que s'est développée la fabrication des résines synthétiques transparentes, mais la valeur réelle de certains produits, comme le méthacrylate de méthyle, est bien établie aujourd'hui. Ce type de produit est assuré d'un avenir sans éclipses du fait de sa transparence, de sa solidité et de la facilité avec laquelle il se laisse travailler.

Les macromolécules utilisées jusqu'ici comme plastiques industriels ont une « colonne vertébrale » formée d'atomes de carbone enchaînés, mais on a récemment obtenu des résines (méthylsilicones polymérisés) dans lesquelles la « colonne vertébrale » est formée d'atomes de silicium et d'atomes d'oxygène. Il a été proposé de s'en servir comme isolants électriques aux hautes températures, car leur résistance à la chaleur est supérieure à celle des polymères à chaînes carbonées[1].

FIGURE 6 – *Manchon d'un interrupteur à huile pour 132 kV. montrant à part le condensateur en isolant plastique, séparé de la partie porcelaine et de la caisse du transformateur de courant.*



Le moulage des articles manufacturés en matières plastiques dépend essentiellement d'un chauffage, mais la technique à appliquer en définitive peut varier considérablement d'un cas à un autre; elle est déterminée par la nature de la résine, le type d'article à fabriquer et, éventuellement, par les ingrédients divers, renforçateurs ou charges, qu'on incorpore parfois à la résine. La manière la plus simple de mouler les plastiques consiste à les ammollir par la chaleur et à en faire des feuilles sur des moules de bois. C'est ainsi que l'on forme les toits

[1]Pour plus ample information sur ces matières, voir Rochow et Gilliam, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1941, **63**, 798; Brit. Pat. N° 542655, 21 janvier, 1942.

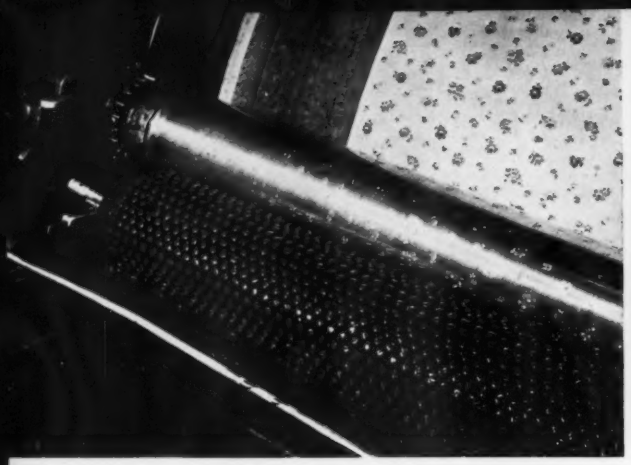


FIGURE 7 – *Brosse à soies de nylon pour amener la couleur à un rouleau à imprimer.*

FIGURE 8 – *Bandes de papier imprégnées de plastique et enroulées en spirale pour isoler un conducteur.*

des cabines ou les fenêtres d'avion en acétate de cellulose et en polyméthacrylate de méthyle. La méthode qui convient particulièrement à la fabrication des baguettes, des tubes et des autres formes simples à produire au mètre, consiste à forcer le plastique chauffé à travers une filière par extrusion. Un exemple de ce procédé, dont l'importance ne cesse de s'accroître, nous est fourni par la fabrication de fourreaux isolants pour câbles électriques, faits en polychlorovinyle plastifié.

Le moulage par compression a permis à l'industrie des plastiques de réaliser d'énormes progrès. Ce procédé consiste à chauffer une poudre de moulage, composée de fine sciure de bois, de bourre de coton, de charpie etc. ... avec une résine synthétique sous une pression considérable et dans le moule approprié. Une autre méthode, le moulage par injection, consiste à forcer le plastique par un coin chauffé dans le moule refroidi. L'acétate de cellulose, le polystyrène etc. ... sont souvent mis en forme de cette manière: le procédé permet une grande production, on peut en effet réaliser trois à quatre cycles complets par minute.

Les résines synthétiques, telles quelles ou additionnées de substances comme celles mentionnées plus haut, conviennent à beaucoup d'emplois, cependant leur résistance mécanique n'est pas aussi élevée qu'on pourrait le supposer en se basant sur des considérations théoriques. D'après les seules considérations théoriques, les plastiques devraient être très solides, mais, en pratique, ils sont plutôt faibles. La résistance à la traction des matières plastiques non chargées peut se calculer théoriquement en adoptant l'une des hypothèses suivantes: (*a*) à la rupture les forces entre atomes voisins, exprimées par les intégrales d'échange, sont surpassées, ou (*b*) la force de rupture est telle que les longues molécules sont séparées, malgré les forces de VAN DER WAALS exprimant leur attraction électrostatique mutuelle. Dans le cas bien connu des résines phénol-formaldéhyde, le rapport de la valeur théorique de

FIGURE 9 – *Pièces d'avions moulées renforcées.*

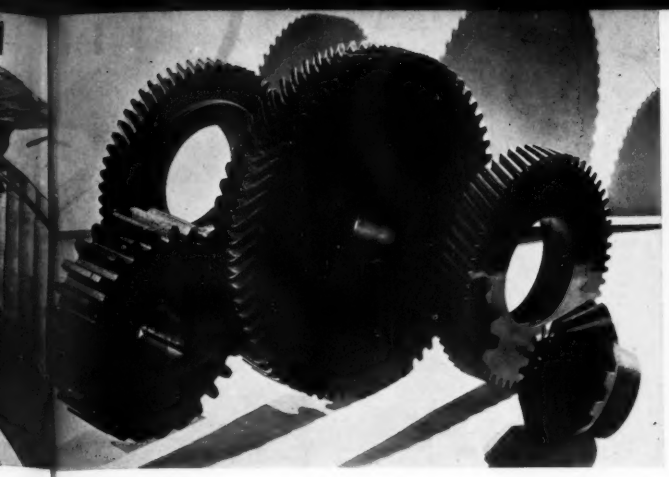


FIGURE 10

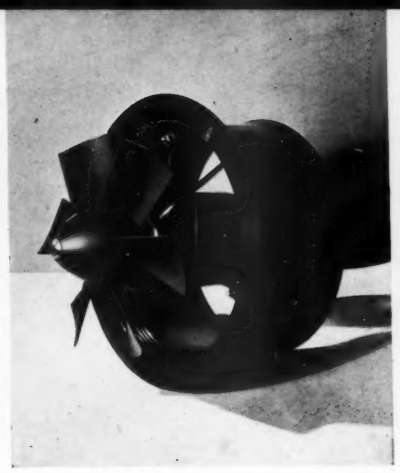


FIGURE 11

FIGURE 12

la résistance à la traction à la valeur expérimentale est de 500 suivant l'hypothèse (*a*), et de 5 suivant l'hypothèse (*b*).

On peut, bien entendu, améliorer beaucoup la situation en se servant de charges. Pour obtenir une augmentation substantielle de la résistance mécanique, il faut de très importants renforcements fibreux. On se sert habituellement de papier ou de tissu dont les couches, imprégnées de solutions de résines, sont agglomérées sous pression et à chaud. La feuille laminée ainsi obtenue peut être mise en forme dans une certaine mesure, elle constitue une matière première très utile dont on peut faire des paliers et des engrenages silencieux. Le papier imprégné peut ainsi être bobiné en tube sur un mandrin chauffé et utilisé pour l'appareillage électrique, par exemple pour les manchons des transformateurs.

FIGURE 10 – *Roues d'engrenage taillées dans des feuilles laminées chargées et renforcées.*

FIGURE 11 – *Revêtement et hélice d'un ventilateur, moulés en résine phénolique chargée et résistants aux fumées corrosives.*

FIGURE 12 – *Cuve à réaction faite en résine phénolique chargée d'amiante et très résistante à l'attaque chimique.*

*Les photographies illustrant cet article sont reproduites avec l'autorisation des firmes suivantes: Bakelite Ltd., BX Plastics Ltd., Distillers Co., Kestner Evaporator and Engineering Co., Micanite and Insulators Co., Plastics and Tenaplas Ltd.*

FIGURE 13 – *Tourelle de canon en polyméthacrylate de méthyle thermoplastique.*

# Plantes résistantes aux maladies

F. T. BROOKS

Beaucoup des plus précieuses plantes cultivées sont sujettes à de terribles maladies. Il est généralement impossible de lutter contre ces fléaux par des méthodes chimiques. Les botanistes et les sélecteurs de graines ont donc adopté une autre méthode et ont produit, grâce à des hybridations systématiques, des variétés qui résistent aux maladies. Des résultats remarquables ont été obtenus pour les blés, les pommes de terre et les tomates.

La maladie frappe aussi lourdement les plantes cultivées que les hommes. Les chimistes ont joué un rôle prépondérant dans la lutte contre les maladies des plantes, bien que, jusqu'ici, la chimiothérapie n'ait pas remporté là de succès aussi impressionnants que dans la guérison des maladies humaines. La sève sans vie des végétaux et sa circulation dans les tissus sont tout à fait différentes du courant sanguin vivant des animaux; par conséquent, la possibilité d'appliquer avec succès les méthodes de la chimiothérapie aux végétaux est encore lointaine. Dans le domaine de la pathologie végétale, les principaux succès des chimistes concernent la prévention des maladies des feuilles et des fruits par la pulvérisation ou le saupoudrage avec des fungicides. Il y a cependant des groupes importants de maladies des végétaux qui ne peuvent pour le moment être enrayées par des moyens chimiques, soit par suite de difficultés intrinsèques, soit parce qu'ils s'avèrent excessivement onéreux. De cette catégorie font partie beaucoup de maladies causées par les champignons de la rouille, ainsi que plusieurs autres maladies transmises par le sol. En Amérique du Nord, on a montré expérimentalement que la rouille du blé pouvait être combattue avec succès par de fréquentes pulvérisations de soufre, exécutées par des avions volant à faible altitude, mais l'opération est trop coûteuse. De même, bien qu'il soit possible de détruire par la chaleur ou par des procédés chimiques les germes de maladies dans le sol d'une serre, on ne connaît aucun procédé permettant d'anéantir les champignons parasites du sol sur de vastes étendues sans engager des dépenses extravagantes, ou sans rendre le sol impropre à la culture.

Fort heureusement, dans bien des cas, la Nature fournit elle-même les moyens de maîtriser, ou d'atténuer de façon appréciable, ces maladies rebelles des végétaux. Pratiquement tous les végétaux cultivés depuis très longtemps existent sous forme de variétés innombrables, remarquablement différentes les unes des autres dans leurs réactions vis-à-vis des maladies; certaines se montrent très sensibles à leurs attaques tandis que d'autres sont résistantes ou même complètement réfractaires. On peut se demander pourquoi on continue à cultiver les variétés sensibles aux maladies. La raison est la suivante: beaucoup de variétés sensibles fournissent une abondante récolte de produits de haute qualité, tandis que beaucoup des variétés résistantes ne donnent qu'une maigre récolte ou comportent d'autres défauts sérieux au point de vue commercial. Il est évident qu'un réel progrès serait effectué si l'on pouvait, par hybridation, associer la résistance aux maladies et les précieuses qualités commerciales des variétés fragiles. Certains des premiers généticiens, qui ont, au début du XIX$^{ème}$ siècle, produit des végétaux hybrides, envisageaient ce résultat — par exemple, en Angleterre, T. A. KNIGHT — mais ils ne firent que peu de progrès, car on n'avait encore à cette époque aucune indication sur le mode de transmission des caractères héréditaires. Un autre précurseur dans cette voie, WILLIAM J. FARRER, en Australie, chercha systématiquement dès 1886 à obtenir des blés résistants aux attaques de la rouille. A cette époque la rouille frappait chaque année plus lourdement les récoltes de blé australien. Farrer obtint des succès avant même l'année 1900, année qui, ainsi qu'on le verra plus loin, fut décisive dans l'histoire de la génétique des plantes. De 1890 à 1920, la production de blé en Australie passa de 675.000 tonnes à 3.600.000 tonnes, et cet accroissement est dû en grande partie à l'introduction des variétés créées par Farrer.

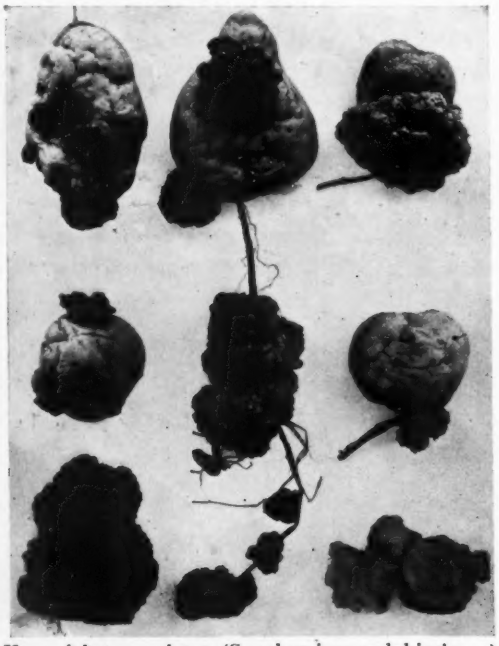
En 1900 se produisit un évènement qui a eu dépuis une influence profonde, et même révolutionnaire, sur les méthodes d'hybridation des

végétaux. Au cours de cette année, on redécouvrit un mémoire de la plus haute importance, traitant des lois de l'hérédité chez les plantes; l'auteur en était GREGOR MENDEL, supérieur du Monastère de Brünn, en Tchécoslovaquie, qui l'avait publié en 1866 dans un périodique obscur. Trois botanistes européens attirèrent séparément l'attention sur l'importance vitale du travail de Mendel et annoncèrent qu'ils en avaient confirmé les résultats. Mendel a fait ses expériences sur différentes variétés de pois (*Pisum sativum*) et a montré que des caractères tels que le port de la plante, la couleur et la forme des graines, la couleur des fleurs, étaient transmis selon des lois bien définies dans la lignée des hybrides produits par croisement de races présentant des différences dans ces caractères. Bien plus, il apparaissait nettement que les hybrides provenant de variétés ayant deux caractères différents donnaient naissance à une descendance présentant des combinaisons variées des caractères appartenant aux parents originels. On avait enfin là une indication qui permettait de créer à volonté de nouvelles variétés de plantes cultivées. Revenons au blé: il devenait possible d'envisager la création de nouvelles variétés, qui seraient résistantes aux maladies telles que la rouille, tout en gardant les précieuses qualités commerciales des variétés anciennes.

*Sir Rowland Biffen.*
*D'après un portrait par Kenneth Green.*

En 1899 R. H. BIFFEN (maintenant SIR ROWLAND BIFFEN) fut nommé Botaniste à l'Institut d'Agriculture qui venait d'être fondé à l'Université de Cambridge, et il se donna pour tâche d'essayer d'améliorer le rendement et la qualité du blé anglais. La redécouverte, en 1900, du travail de Mendel lui fournit un instrument de grande valeur pour ses recherches. Un des premiers points sur lesquels il porta son attention fut un essai de production de blés moins sensibles à la rouille jaune (provoquée par le champignon *Puccinia glumarum*) que les blés généralement cultivés à l'époque. En Angleterre, la rouille jaune est la plus grave des rouilles du blé, mais dans d'autres pays c'est la rouille noire (*Puccinia graminis*). On ne savait pas encore si la sensibilité et la résistance à la rouille jaune se transmettaient héréditairement selon les lois de Mendel. Biffen croisa un blé très résistant (American Club) avec un autre très sensible (Michigan Bronze), et montra que lorsque l'hybride obtenu était fécondé par son propre pollen la disjonction de ces caractères se produisait dans la génération suivante selon les prévisions de Mendel. Les résultats complets furent publiés en 1907 dans le *Journal of Agricultural Science*. Il était ainsi démontré pour la première fois que la sensibilité et la résistance à une maladie déterminée sont des caractères transmissibles héréditairement de façon parfaitement définie, comme certains autres caractères des végétaux. Biffen appliqua les renseignements qu'il venait d'obtenir à la production d'une variété de blé qui serait résistante à la rouille jaune, tout en conservant les précieuses qualités des anciennes variétés. Il croisa le Square Head's Master — variété très appréciée pour l'abondance de la récolte qu'elle fournit, mais sensible à la rouille jaune — avec une variété exotique, le Ghurka, très résistante à cette rouille, mais qui ne donnait en Angleterre qu'une maigre moisson. On remarqua que quelques-uns des dérivés obtenus par ce procédé d'hybridation possédaient, à un degré plus ou moins élevé, les qualités du Square Head's Master, en même temps que la résistance à la rouille jaune. Ces nouveaux types furent éprouvés pendant quelques années, et le meilleur, Little Joss, fut mis sur le marché. C'est actuellement une des espèces de blé les plus largement cultivées en Grande Bretagne. Grâce à sa résistance à la rouille jaune, il donne une récolte plus abondante même que celle du Square Head's Master. Dans les pays gros producteurs de blé tels que les États-Unis, le Canada, l'Australie et l'Inde, la rouille noire (*Puccinia graminis*) est la menace principale. Les instituts d'agriculture et les institutions subventionnées par l'État ont fait, au cours des quarante dernières années, beaucoup d'efforts pour produire des blés réfractaires à cette rouille, et néanmoins utilisables dans les conditions locales. Des complications variées ont surgi, du fait notamment que ce champignon existe sous

la forme de nombreuses races physiologiquement distinctes, dont les proportions relatives varient selon les années. Par conséquent, il est sans intérêt de produire un blé réfractaire à une seule de ces races: ce qu'il faut obtenir, c'est une variété réfractaire à toutes les races courantes dans une région déterminée. Dans les grandes terres à blé de l'Amérique du Nord on a produit, au cours des dernières années, deux variétés qui remplissent les conditions requises, ce sont la variété Thatcher, produite à l'université de Minnesota, et la variété Renown, créée par le *Canadian Department of Agriculture* à Winnipeg. Par suite de leur plus grande résistance à la rouille, ces variétés tendent à remplacer le blé bien connu sous le nom de Marquis. On possède actuellement en Australie des races encore plus résistantes à la rouille que celles de Farrer.



*Verrue de la pomme de terre* (Synchytrium endobioticum).

Pour réussir au point de vue commercial, chaque variété nouvelle doit être adaptée aux conditions locales, d'autant que, comme nous l'avons déjà signalé, les races de champignons nuisibles peuvent varier d'un pays à l'autre. Ce fait est maintenant universellement reconnu, et les autorités compétentes de chaque pays prennent des mesures pour la production de variétés adaptées à leur propre territoire. Les généticiens, et les phytopathologistes qui collaborent avec eux, ont du travail pour bien des années. Dans beaucoup de cas, il est nécessaire de produire des variétés résistantes à plus d'une maladie à la fois, et de telles synthèses sont forcément lentes. Une variété créée pour résister à une maladie peut être très sensible à une autre, aussi n'est-ce que graduellement que l'on peut produire des plantes réfractaires à la fois à plusieurs maladies graves.

La pomme de terre est sujette à nombre de maladies graves; aucune d'entre elles ne saurait être négligée par ceux qui cherchent à l'améliorer. Nous ne mentionnerons que les plus importantes: la maladie du poireau (*wart disease*, *Synchytrium endobioticum*), transmise par le sol, transforme les tubercules en monstruosités immangeables (*voir la figure*); la rouille (*Phytophtora infestans*) détruit les tiges, réduit la récolte et pourrit les tubercules; des virus peuvent également entraver la croissance de la plante au point de rendre la récolte insignifiante. On admet que la rouille peut être enrayée en pulvérisant sur les tiges de fungicides à base de cuivre, mais les généticiens envisagent la production de variétés protégées contre le « poireau », résistantes à la rouille et inattaquables par les virus. Des inspecteurs du Ministère anglais de l'Agriculture furent les premiers à remarquer que certaines variétés sont réfractaires au « poireau », et, au cours des dernières années, on a régulièrement éprouvé la résistance des nouvelles variétés à cette maladie, avant de les livrer à la culture. Les variétés de pommes de terre communément cultivées en Grande Bretagne sont toutes plus ou moins sensibles à la rouille, et la production de types résistants progresse lentement, en partie à cause de la nature hybride extrêmement complexe des espèces domestiques. SALAMAN, précédemment attaché à la Station de Recherches sur les Virus de la Pomme de Terre (*Potato Virus Research Station*), à Cambridge, et REDDICK, aux États-Unis, ont néanmoins fait quelques progrès dans ce sens, en croisant certaines variétés avec une espèce mexicaine de *Solanum* réfractaire à la rouille. En Amérique du Sud — pays d'origine de notre pomme de terre commune (*Solanum tuberosum*) — et au Mexique, il existe de nombreuses variétés de pomme de terre qui ne sont pas cultivées en Europe, plusieurs d'entre elles sont très proches de l'espèce sauvage de *Solanum;* elles constituent une importante réserve pour la création de variétés nouvelles par les généticiens. Au cours des dernières années l'U.R.S.S., les États-Unis, la Suède, l'Allemagne, et les *Imperial Agricultural Bureaux* de l'Empire britannique ont envoyé des expéditions au Mexique et en Amérique du Sud

*Faîte d'un prunier Victoria, dont une branche morte porte des excroissances de* Stereum purpureum.

pour y récolter ce matériel précieux. L'expédition britannique revint en 1939, et ses échantillons sont étudiés en ce moment à la fois par l'*Imperial Bureau of Plant Genetics* et le *Plant Breeding Institute*, Cambridge. Peut-être obtiendra-t-on, à partir du matériel dont on dispose actuellement, la pomme de terre parfaite: c'est-à-dire une pomme de terre réfractaire aux maladies, de bonne qualité, fournissant une abondante récolte et insensible aux gelées modérées.

Les généticiens ont également à s'occuper des intérêts de ceux qui cultivent des plantes en serre, par exemple la tomate. Dans ce cas c'est le champignon de l'humus (*Cladosporium fulvum*) qui est l'un des principaux coupables. Les chercheurs canadiens on fait des croisements de tomate avec une variété à petite baie, réfractaire à la maladie, et ils ont obtenu la variété Vetomold qui est à la fois réfractaire à la maladie et très productive. Les essais préliminaires effectués en Angleterre ont rencontré un plein succès.

Il est inévitable, dans le cas des plantes arborescentes, que la production de types résistants aux maladies soit très lente, et elle représente une entreprise formidable. Combien il serait appréciable d'avoir en Angleterre une prune possédant toutes les qualités de la variété Victoria, mais résistante à la maladie du plomb, causée par le champignon *Stereum purpureum!* Ce champignon pénètre l'arbre par les blessures du tronc, envahit les parties ligneuses et cause rapidement la perte de l'arbre, en fructifiant sur les rameaux morts (*voir la figure*).

On a accordé beaucoup d'attention à la production de types résistants pour les plantes tropicales, et on continue à le faire. Les pertes dûes aux maladies épidémiques risquent d'être particulièrement sévères dans les climats tropicaux. L'un des plus beaux résultats obtenus sous les tropiques est la production par les Hollandais, à Java, de variétés de canne à sucre réfractaires aux maladies causées par certains virus, ce qui a permis d'accroître très notablement le rendement en sucre. L'industrie de la banane à la Jamaïque est actuellement menacée par la maladie de Panama. On ne connait pas d'autre moyen d'arrêter la maladie que la production d'une variété résistante. Toutes les régions tropicales du Vieux Monde ont été fouillées de fond en comble dans l'espoir de trouver parmi les spécimens de bananes des types résistants à la maladie. On les envoya d'abord au *Royal Botanic Gardens* à Kew, où on les garda en quarantaine afin d'être certain, avant de les envoyer aux Antilles, qu'ils n'étaient pas atteints d'autres maladies graves. Certaines de ces variétés se sont montrées résistantes à la maladie de Panama, et les généticiens de la Jamaïque et de la Trinité les utilisent actuellement por obtenir des hybrides. Cependant, il ne suffit pas de produire une banane qui fructifie bien et résiste à la maladie; il faut également qu'elle puisse être aussi aisément et sûrement transportable par mer que la variété actuelle, dite Gros Michel.

Une autre maladie qui cause des préoccupations aux Antilles, et dans les pays voisins, est le balai de sorcière du cacao, dû, lui aussi, à un champignon parasite et également difficile, sinon impossible, à enrayer par les procédés usuels. Il y a quelques années une expédition britannique fut envoyée dans les régions des cours supérieurs de l'Amazone et de l'Orénoque, pour y récolter des variétés sauvages de cacao résistantes ou réfractaires à cette maladie. Le matériel ainsi rassemblé est maintenant utilisé à la Trinité par les généticiens.

# La propagation du son dans l'atmosphère

E. G. RICHARDSON

La transmission du son dans l'air présente nombre de singularités, souvent bien surprenantes. Des explosions, ou le son du canon, sont souvent inaudibles à distance relativement faible, bien qu'on les entende distinctement dans des régions beaucoup plus éloignées. L'écho d'une sirène de brume peut être parfois entendu jusqu'à 15 secondes après que le son primitif ait cessé. Le Dr Richardson expose dans cet intéressant article les recherches récentes sur ce sujet, recherches poursuivies en Grande-Bretagne et ailleurs.

On a beaucoup travaillé depuis une vingtaine d'années sur la transmission à grande distance du son émis par des sources intenses, comme, par exemple, celles qui sont fournies par la détonation d'un canon de gros calibre ou l'explosion de dépôts d'explosifs superflus après l'autre guerre. On avait observé, de 1915 à 1918, que le son du canon du front pouvait s'entendre de certains endroits des environs de Londres, même en l'absence d'un vent favorable, tandis qu'on ne percevait rien en certains lieux intermédiaires dans le Kent. L'existence de ces « zones de silence» a été confirmée quand on a pu provoquer des explosions *ad hoc* en des temps et lieux déterminés à l'avance. Une zone intérieure d'audibilité, à contours irréguliers, s'étend autour de la source: les ondes acoustiques y cheminent directement à la surface de la terre et s'émiettent par suite de l'épanouissement de l'onde frontale et de ses chocs sur les accidents de terrains, les arbres etc. . . . Puis vient la zone de silence, où l'on n'entend rien, mais où semble exister une onde inaudible de basse fréquence. À l'extérieur se trouve la zone anormale, où le son réapparaît avec une intensité nouvelle, mais où il semble arriver après un laps de temps exceptionnellement long.

Ce dernier facteur tend naturellement à faire supposer que ces ondes acoustiques ont voyagé dans les hautes régions de l'atmosphère d'où elles sont redescendues. L'intensité anormale qu'on observe dans la frange intérieure de cette zone est attribuée à la convergence des rayons qui ont parcouru des trajets légèrement différents pour arriver en ce point, et à l'absence de frottements, autres que l'amortissement par l'air, dans la stratosphère. Puisque nous savons que la température de l'air décroît, dans les conditions ordinaires, sur les quinze premiers kilomètres à partir de la surface de la terre, et par conséquent, avec elle, la vitesse du son, nous devons supposer qu'en l'absence de réfractions causées par les gradients de vent, les trajectoires des ondes acoustiques sont, vues d'au-dessus, concaves dans ces régions. Les renseignements sur la température sont recueillis au moyen de ballons sondes — petits ballons transportant une cage d'instruments enregistrant la température, la pression et l'humidité, à l'altitude à laquelle le ballon doit éclater; la cage descend alors à terre en toute sécurité, grâce à un parachute qui s'ouvre lorsque cesse l'ascension du ballon. Toutefois, au niveau actuel atteint par les ballons sondes, il semble que la température cesse de s'abaisser, et les météorologistes admettent une inversion de température à cette altitude, en supposant qu'au-dessus de ce niveau la stratosphère est tellement échauffée par les rayons du soleil qu'on entre rapidement dans des régions plus chaudes.

On a calculé, en partant de la direction qu'a le son lorsqu'il revient à terre après avoir traversé la zone anormale, que les rayons acoustiques qui atteignent l'extrémité la plus éloignée de cette zone (à environ 200 km. de la source dans les conditions ordinaires) étaient, au départ, inclinés de 40° sur l'horizon. Il n'y a plus alors qu'à émettre des hypothèses sur la vitesse du son au-delà de 17 km. d'altitude, et à les vérifier à l'aide de la durée connue de propagation du son entre la source et les points en question (situés sur terre à des distances de la source variant de 180 à 300 km.). Il semble que l'hypothèse la plus simple consiste à supposer qu'au-dessus du niveau d'inversion la vitesse du son croît tellement vite que la vitesse de surface est rattrapée après un parcours de 30 à 40 km., puis dépassée.

Ceci correspond à une altitude extrême de 70 km. pour les ondes qui atteignent l'extrémité la plus éloignée de la zone anormale. Celles dont la trajectoire initiale fait un angle de plus de 40° sont « perdues », sauf réflexion sur des nuages acoustiques. La figure 1 montre la projection verticale de ces rayons acoustiques, et les résultats notés après une explosion expérimentale (sous l'égide de la Commission Internationale pour l'Étude de la Haute Atmosphère) sont reproduits sur la figure 2 (expérience de Kummendorf, décembre 1925, d'après DUCKERT [1]). La zone dans laquelle on entend le son sous vitesse normale est marquée en pointillé. La zone anormale où le son semble avoir une vitesse plus basse est hachurée. On pourra remarquer qu'elle est plus nette à l'est de la source en été, et à l'ouest de la source en hiver (caractéristique peu affectée par les vents de surface). Quand on écrit que « le son semble avoir une vitesse plus basse », cela signifie, bien entendu, que la vitesse paraît basse par rapport aux distances mesurées à la surface de la terre. En vérité, le son a voyagé avec des vitesses anormalement élevées sur la plus grande partie de sa trajectoire. On a aussi cru reconnaître, après d'autres zones de silence, deux secteurs où l'onde est audible à l'ouest, ces zones sont marquées par des hachures verticales. Ces zones seraient formées par « ricochets » des rayons sur la surface au retour de leur premier trajet, de sorte que le processus de pénétration dans la stratosphère et retour se répète avec une moindre intensité. On peut voir d'après la largeur de séparation des zones (figure 2) que ces sauts sont à peu près de la même longueur.

En Angleterre, WHIPPLE [8] a fait des mesures en se servant du coup de canon comme source et en installant des microphones sensibles en différentes stations distantes de 100 à 150 km. Il a pu ainsi confirmer les variations saisonnières observées dans les essais par explosifs; dans ces expériences, la réception était meilleure à l'ouest et au nord-ouest de l'origine (Woolwich ou Shoeburyness dans l'estuaire de la Tamise) de mai à août, mais la station du nord-est (dans le Norfolk) était favorisée en hiver. Il est possible que ces variations soient dûes aux vents saisonniers de la haute atmosphère.

Des trois constantes physiques qui figurent dans l'équation de Laplace pour la vitesse du son, la pression ne peut avoir *per se* aucune influence. Restent comme variables la température et la composition de l'atmosphère. Pour que la vitesse s'accroisse, il faut soit que la température

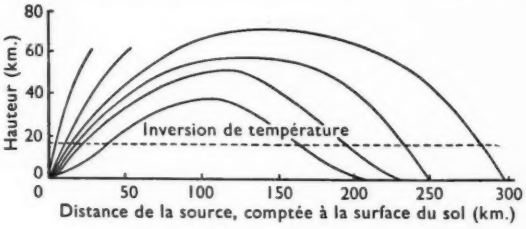



FIGURE 1

s'élève, soit que l'atmosphère devienne plus riche en molécules légères qu'elle ne l'est dans la troposphère, soit que ces deux effets s'ajoutent.

L'on sait que l'atmosphère près de la surface de la terre se compose surtout de molécules diatomiques d'oxygène et d'azote et de petites quantités de gaz rares: argon, hélium, néon etc. . . . Ces derniers sont monoatomiques. La question du nombre d'atomes par molécule est importante, parce que le rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant (qui figure dans l'expression de la vitesse du son) en dépend. Ce rapport est de 1,66 pour la plupart des gaz monoatomiques, de 1,41 pour les diatomiques et de 1,3 pour les triatomiques. Par conséquent, les changements de densité mis à part, l'effet de la

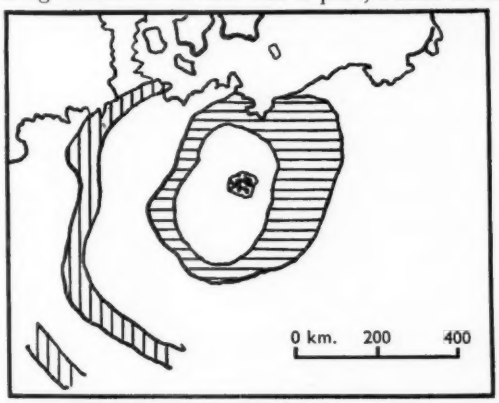



FIGURE 2

dissociation complète de l'air en atomes — si celle-ci était probable — augmenterait la vitesse du son simplement de 18 pour cent. En fait, l'on sait qu'à partir de 25 km. d'altitude, l'oxygène atomique prédomine de plus en plus, mais cette seule condition ne pourrait vraisemblablement pas suffire à produire l'accroissement que nous cherchons.

Il semble que la quantité d'hélium dans l'atmosphère soit constante depuis le sol jusqu'une altitude de 20 km., mais qu'ensuite cette quantité

augmente légèrement par rapport à l'oxygène. On n'a pas pu confirmer la présence d'hydrogène dans la stratosphère. En tout cas, il nous faudrait une grande proportion de ce gaz pour retrouver l'accroissement de vitesse cherché, en admettant que l'accroissement de vitesse soit dû à ce seul effet. Nous sommes donc conduits à adopter l'hypothèse de l'élévation de température. En effet, si les variations de vitesse sont entièrement dûes aux variations de température, il nous faut supposer que, d'après l'inversion à 17 km., la température atteint de nouveau sa valeur de surface à 40 km., et qu'elle dépasse 70° C. vers 50 km. Cette idée est entièrement contraire aux anciennes théories météorologiques, et bien qu'elle soit aujourd'hui généralement acceptée, on sait peu de chose sur la manière dont ces couches sont chauffées. Elles sont évidemment très raréfiées, de sorte que les rayons du soleil peuvent atteindre les molécules gazeuses sans subir de bien graves absorptions de la part des autres molécules qui se trouvent encore plus aux confins de la stratosphère, tandis que la chaleur qui nous parvient a subi maintes filtrations ou réflexions par les gaz et la vapeur d'eau. Toutefois des expériences sur la propagation du son pendant les nuits polaires, faites en certaines stations arctiques de Russie, semblent condamner cette manière de voir. On a pu observer dans ces zones des anomalies semblables à celles qui persistent pendant le jour. On peut, bien entendu, conserver la théorie de la radiation solaire, et supposer que la couche stratosphérique qui recouvre le pôle reste chauffée pendant la nuit par les courants de convection, ou les vents, des latitudes moins élevées.

En 1870, TYNDALL avait étudié expérimentalement l'influence des conditions atmosphériques sur la propagation du son à la surface de la terre pour le compte des *Trinity House Brethren*, qui sont chargés du réseau de phares et de sirènes pour la navigation autour des côtes britanniques. On choisit, pour les expériences, les sirènes du South Foreland. Le résultat trouvé, surprenant pour l'époque, était que les signaux se percevaient fort bien dans une atmosphère de brouillard total. Ceci n'était pas dû à l'humidité atmosphérique elle-même, mais au fait que le brouillard est l'indice de conditions atmosphériques stables et homogènes. C'est quand l'atmosphère est troublée par endroits, c'est-à-dire que la densité varie d'un point à un autre et que la distribution de la température et de l'humidité est irrégulière, qu'il se produit des fluctuations dans l'audibilité des sirènes, à la fois dans le temps et dans l'espace.

Quelquefois, certaines de ces régions forment des nuages acoustiques produisant un écho qui prolonge le mugissement de la sirène de 15 secondes après l'arrêt. Du fait de la présence dans l'atmosphère de ces « taches » réfléchissantes on entend quelquefois la sirène, qui produit une note continue de courte durée, mieux que la détonation du canon, coup bref, et quelquefois on l'entend moins bien. Le MAJOR TUCKER [7] a exploré le champ acoustique autour des sirènes de North Goodwin et de Casquet. Pendant une journée typique d'été, l'intensité du son reçu variait d'une manière irrégulière dans un rapport de 30 à 1, pour une période de quelques minutes. Un gradient de température favorable à la propagation du son a été constaté dans les conditions suivantes: l'air passe d'abord sur une surface de terre à haute température, les couches inférieures sont ensuite refroidies en passant au-dessus de la mer au voisinage de la source [6]. De nouveau, on observe ici une réduction de l'audibilité avec une diminution générale de l'humidité.

Quand la densité de l'atmosphère n'est homogène à aucun niveau, les variations sont évidemment causées en général par des nuages ou des bancs de brouillard. A part cet effet massif de réflexion ou de réfraction causé par des obstacles comme ceux-ci, qui sont énormes par rapport aux longueurs d'onde de n'importe quel son, il existe une autre possibilité de dispersion du son, qui est le pendant de ce qui se passe pour la lumière: c'est la dispersion qui se produit lorsque la lumière passe à travers une fumée ou à travers des particules en suspension dont les dimensions sont du même ordre de grandeur que les ondes lumineuses. Si les plus grosses gouttes de pluie ne peuvent être comparées aux longueurs d'onde des notes les plus basses, la longueur des ondes acoustiques de haute fréquence au voisinage de la limite supérieure d'audition s'exprime en millimètres. On a montré dans des travaux récents [4] à quel point des obstacles de cette sorte perturbent le passage normal des ondes de haute fréquence et des ultrasons, en faisant passer un faisceau de ces ondes à travers une fumée artificielle composée d'oxyde de magnésium et de spores de lycoperdon en suspension. L'expérience montre une considérable absorption de l'énergie acoustique à mesure que la fréquence croît.

La propagation des ondes longues serait plutôt perturbée par temps orageux. Dans ce cas, les éléments de distortion du champ acoustique sont les remous produits par les tourbillons.

Ceux-ci peuvent avoir des diamètres de l'ordre du mètre et, bien qu'ils ne soient pas tangibles, ils peuvent perturber la propagation d'ondes vraiment longues, bien qu'alors la dégradation de l'énergie ne soit pas aussi sure que dans le cas des ondes de hautes fréquences butant contre des obstacles liquides ou solides.

atmosphère homogène. KNUDSEN [3] a découvert que l'allure de la décroissance de la réverbération dans une pièce, après que l'on ait arrêté un haut parleur, variait considérablement avec l'humidité. L'absorption classique (dûe aux frottements et à la conduction de la chaleur), est très petite en comparaison. A une température

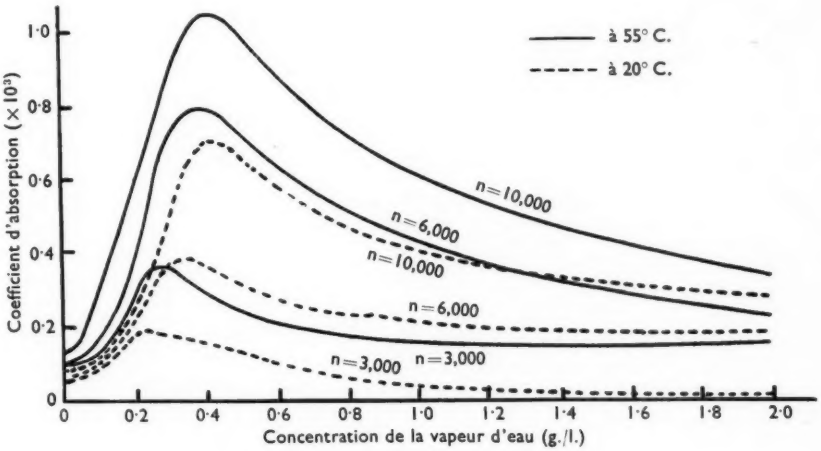



FIGURE 3

donnée, le coefficient d'absorption atteint un maximum pour une certaine valeur de l'humidité (*cf. figure* 3). Autrement dit: à humidité constante, le coefficient d'absorption augmente notablement avec la fréquence, et l'effet est plus grand pour de fortes pressions de vapeur d'eau. Cet effet se prolongue aussi dans le domaine des ultrasons [5]. On ne met pas en question qu'il s'agisse ici d'une forme d'absorption moléculaire, bien qu'on n'ait pas compris tout à fait jusqu'ici comment un nombre relativement petit de molécules d'eau pouvait rendre les molécules d'oxygène ou d'azote assez rigides pour qu'elles puissent amortir les vibrations qui les traversent. En tout cas, ces expériences montrent une fois de plus cette atténuation observable des ondes de hautes fréquences dans la Nature, atténuation que nous avons déjà commentée.

Tout récemment, EAGLESON [2] a fait des mesures d'absorption du son à l'air libre à Bloomington, Indiana, sur de courtes distances (200 mètres) et dans le domaine des fréquences audibles; ces expériences montrent bien à quel point l'idée « classique » de l'absorption doit être écartée en présence de bancs de brouillard, de nuages ou de pluie. Tandis que la théorie et l'expérience peuvent être mises d'accord d'une manière étonnante (à 1 pour cent près) dans des conditions de bonne homogénéité atmosphérique, le morcellement de l'atmosphère produit des écarts fantaisistes dans les mesures: jusqu'à 10 pour cent de la normale, après correction tenant compte de l'effet de l'humidité moyenne sur l'absorption prévue.

Il y a cependant une autre cause d'absorption sélective des ondes acoustiques, même dans une

## BIBLIOGRAPHIE

[1] DUCKERT, P. *Physik. Ergb. d. Kosm.*, 1931, **1**, 236.
[2] EAGLESON, H. V. *J. Acoust. Soc.*, 1941, **12**, 427.
[3] KNUDSEN, V. O. *Phys. Rev.*, 1933, **43**, 1051.
[4] LAIDLER, T. S., et RICHARDSON, E. G. *J. Acoust. Soc.*, 1938, **9**, 217.
[5] MOKHTAR, M. *Thesis, Durham*, 1939.
[6] PLAYER, E. S. *Q. J. Met. Soc.*, 1926, **52**, 351.
[7] TUCKER, W. S. *J. Roy. Soc. Arts*, 1923, **71**, 132.
[8] WHIPPLE, F. J. W. *Q. J. Met. Soc.*, 1935, **61**, 285.

# Les progrès de la chimiothérapie antibactérienne

L. P. GARROD

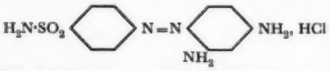
En sept années seulement, la chimiothérapie des infections microbiennes a évolué si vite qu'elle a provoqué dans la pratique médicale des changements impressionants. On sait maintenant traiter la pneumonie, la méningite cérébro-spinale, la fièvre puerpérale et les « empoisonnements du sang », fléaux devant lesquels on était jusqu'ici désarmé. Le professeur Garrod décrit quelques-unes des drogues qui ont provoqué cette transformation et nous offre de leur action une théorie convaincante.

Il est clair que, dans la lutte contre les infections microbiennes, le remède qui détruit le microorganisme lui-même est celui dont l'action est la plus certaine. Si pareil remède peut, transporté par le sang circulant, pénétrer complètement la zone affectée, on atteint l'idéal de la thérapeutique. Il est à peine besoin de dire que les antiseptiques ne se prêtent en aucune manière à pareil usage, car ils sont bien plus dangereux pour l'homme que pour les microorganismes qui s'attaquent à lui. On peut dire que, en gros, un organisme est d'autant plus facile à empoisonner qu'il est plus complexe.

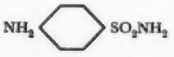
Jusqu'à ces temps derniers on établissait à cet égard une distinction nette entre les protozoaires et les bactéries. Les premiers appartiennent au règne animal; leur structure et leur métabolisme sont relativement complexes. Aussi pensait-on qu'ils seraient plus sensibles que les bactéries, et l'efficacité de la quinine dans le paludisme, celle de l'ipécacuanha dans la dysenterie amibienne, apportaient depuis longtemps à cette conception la confirmation des faits. Au contraire les bactéries sont les membres les plus primitifs du règne végétal. On ne connaissait pas de drogue qui puisse entraver sérieusement leur activité à l'intérieur du corps humain.

L'année 1935 marque l'annonce d'une découverte dont les conséquences ont révolutionné la pratique médicale. Même le moins curieux des profanes ne peut manquer de s'être rendu compte qu'un grand progrès avait eu lieu. Mais l'amplitude et la portée de ce progrès sont telles que ceux même qu'elles touchent directement semblent parfois ne pas les apprécier pleinement. Il est devenu banal de guérir des maladies, jusqu'alors dangereuses, par la simple ingestion de petites tablettes. Les maladies infectieuses aigües qui se prêtent le mieux à ce traitement sont justement celles qui étaient souvent fatales aux enfants ou aux personnes jeunes, la pneumonie, la méningite cérébrospinale, la fièvre puerpérale, et les septicémies de toute espèce, qu'elles provinssent de blessures de guerre ou autres blessures graves, ou qu'elles aient trouvé une origine plus banale, menant de toute manière à ce que les constats de décès appelaient souvent autrefois l'empoisonnement du sang. Devant les cas de ce genre la médecine était presqu'entièrement impuissante. Il est maintenant aussi facile de les traiter qu'il était autrefois difficile de le faire. À l'origine de ces progrès, entre autres, de la lutte chimiothérapique contre les bactéries, se place la synthèse par MIETZSCH et KLARER de la drogue nommée prontosil, et la découverte par DOMAGK de ses propriétés thérapeutiques. Si la découverte originale a été faite dans les laboratoires de l'*I.G. Farbenindustrie*, les immenses développements qui l'ont suivie sont dûs d'abord à une observation effectuée en France, puis essentiellement aux travaux poursuivis en Grande Bretagne et aux États-Unis.

Le prontosil n'était qu'un terme d'une longue série de composés azoïques dont on éprouvait l'action thérapeutique possible sur des souris. Sa découverte fut donc absolument empirique et la nature de son action était inconnue. Des chercheurs français, les TREFOUELS, NITTI et BOVET, avancèrent la théorie, confirmée par FULLER en Angleterre, que, dans l'organisme, le prontosil se




dégrade, libérant son constituant actif, la *p*-aminobenzènesulfamide. Ce composé est maintenant



presqu'universellement connu sous le nom de sulfamide, ou sulfanilamide. Malgré l'opposition des chercheurs allemands il fut bientôt établi que le prontosil devait son activité thérapeutique à cet élément. Et la sulfamide, plus soluble et plus rapidement absorbable, remplaça le prontosil en thérapeutique.

Cette dernière découverte a provoqué la synthèse d'innombrables composés analogues à la sulfamide, dans l'espoir d'obtenir de meilleurs effets ou d'étendre ce traitement à de nouvelles maladies. Nul ne conteste que le progrès le plus notable dans ces deux voies s'est produit en 1938 avec l'application au traitement de la pneumonie de la 2-*p*-aminobenzènesulfonamidopyridine. Cette drogue, nommée sulfapyridine, ou « M. et B. 693 », a été préparée par A. J. EWINS et éprouvée par L. E. H. WHITBY, du *Middlesex Hospital*. La sulfamide arrête la plupart des formes variées de l'infection par streptocoques, mais elle a peu d'action sur un microbe qui s'apparente de près au streptocoque, le pneumocoque. Celui-ci est le principal agent de la pneumonie, maladie que feu SIR WILLIAM OSLER, reprenant une expression de John Bunyan, décrivait comme le « capitaine des soldats de la mort ». Dans la plupart des cas de pneumonie l'action de la sulfapyridine est dramatique. La mortalité est tombée de 25 pour cent en moyenne à environ 5 pour cent. Le nombre des vies ainsi sauvées défie le dénombrement, mais dépasse sans doute le total des vies épargnées par la chimiothérapie de toutes les autres maladies. C'est surtout aux États-Unis que l'on a poursuivi en grand l'étude statistique de ce traitement dans des conditions convenablement contrôlées. C'est aussi des États-Unis que nous est récemment venue une nouvelle drogue, la 2-sulfanilamido-pyrimidine (ou sulfadiazine), de plus en plus demandée, car elle peut être prise en doses élevées sans qu'apparaissent les nausées ou la fatigue déprimante que provoquent les autres sulfamides. La sulfamétazine [2 - (4′ - aminobenzènesulfonyl - amino) 4 : 6-dimétyl-pyrimidine], nouveau produit britannique que l'on étudie maintenant avant de la mettre sur le marché, jouit du même avantage.

Mais l'intérêt qui s'attache au mode d'action de ces composés est plus vaste encore que la victoire sur une maladie donnée. Ils ne se comportent pas comme les antiseptiques ordinaires, qui, dans un tube à essais, tuent les bactéries en quelques minutes. Le prontosil, par exemple, est sans action sur les bactéries en dehors de l'organisme. Et l'action de la sulfamide, dans les conditions des essais ordinaires, n'est nullement impressionante. Elle consiste à prévenir la multiplication d'une colonie bactérienne peu nombreuse plutôt qu'à détruire radicalement un grand nombre de bactéries. On fut donc naturellement amené à soupçonner qu'elle jouait dans l'organisme un rôle autre que celui d'agent léthal direct des bactéries. Les processus de l'attaque microbienne et ceux de la défense de l'organisme sont si complexes que la sulfamide peut intervenir à de nombreux stades des uns ou des autres. Laissant de côté bien des hypothèses de ce genre on peut distinguer deux écoles extrêmes. La pensée de l'une d'entre elles a été exposée essentiellement en Allemagne, par Domagk lui-même et par d'autres auteurs. Leur attitude est faite d'un agnosticisme presque religieux, comme si les phénomènes qui se produisent lors de l'évolution d'une maladie infectieuse dans un organisme vivant soumis à la chimiothérapie impliquaient des secrets que le savoir humain ne saurait espérer surprendre actuellement. Pour eux, dire d'un remède qu'il constitue « echt Chemotherapeuticum » c'est l'élever au niveau des mystères impénétrables. J'ai moi-même exprimé dès mai 1938 le contrepied de cette croyance, et je me suis tenu depuis lors à l'opinion, plus généralement admise, que l'action des sulfamides n'est ni occulte ni indirecte, mais que ces substances, dans l'organisme, entravent la croissance des bactéries en gênant les processus qui conditionnent leur multiplication. Ceci suffit à provoquer leur destruction pour deux raisons. Car les bactéries, à la température du corps humain, doivent ou se développer ou mourir, et, d'autre part, les maladies infectieuses aigües ne progressent que pour autant que les bactéries se multiplient très rapidement. Si la multiplication cesse, la force croissante des défenses naturelles l'emporte inéluctablement.

On sait maintenant que cette explication est exacte. Et même on est en état de comprendre précisément comment les sulfamides entravent la croissance des bactéries. Mais pour bien saisir les tenants et aboutissants de cette découverte il nous faut nous reporter dix ans en arrière, à la fondation par P. FILDES, au *Middlesex Hospital*, d'un laboratoire consacré à l'étude du métabolisme des bactéries. Depuis Pasteur jusqu'à nos jours les bactéries ont été cultivées dans des milieux contenant des extraits de viande. Pour la routine quotidienne il suffit de savoir que la plupart des bactéries foisonnent dans un milieu composé

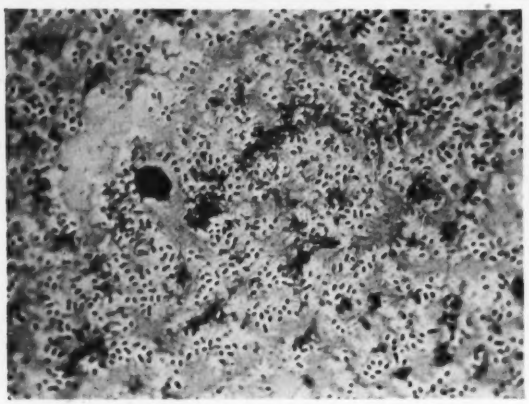


FIGURE 1 (*a*) – *Pneumocoques offrant une morphologie normale (coques allongés, vigoureusement colorés, généralement par paires et de taille uniforme).*

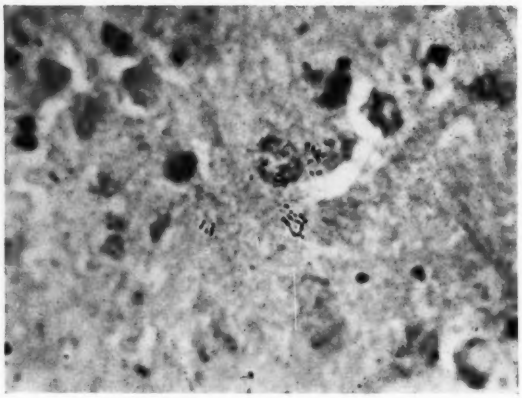


FIGURE 1 (*b*) – *Pneumocoques du pus d'un abcès non diagnostiqué et non traité durant plusieurs mois. Si cet état reste localisé beaucoup de bactéries dégénèrent et meurent, et il se produit des formes gonflées ou rétrécies et se colorant mal.*

d'extrait de viande et de peptone, car on se propose simplement de les cultiver. Mais il est clair qu'il serait très important, pour comprendre vraiment l'activité bactérienne, d'avoir une connaissance chimique précise des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des bactéries.

Il faut pour cela utiliser des milieux de culture consistant de produits purs, de préférence synthétiques. Il faut commencer par des mélanges de constitution aussi simple que possible et les modifier jusqu'à ce que les bactéries se multiplient. Cette méthode a permis à Fildes et à ses collaborateurs de rassembler en grand nombre des données importantes et d'identifier divers « facteurs » de croissance, jusqu'alors inconnus, de diverses espèces bactériennes. Ayant déterminé, au cours de ce travail, les conditions de croissance du streptocoque, ils se trouvaient dans une position unique pour étudier les modifications que la sulfamide pouvait provoquer dans la croissance de ce microorganisme.

J. S. LOCKWOOD, de Philadelphie, observa le premier que la présence de peptone supprimait l'affaiblissement produit *in vitro* par la sulfamide sur la croissance des bactéries. Or la peptone est un des éléments des milieux de culture ordinaires. Sa présence est donc cause des résultats peu nets des premiers essais. On savait depuis longtemps que ce ralentissement de la croissance ne s'observe pas lorsqu'on expérimente sur une colonie bactérienne très nombreuse dès l'origine. T. C. STAMP et H. N. GREEN montrèrent qu'il est possible d'extraire des streptocoques eux-mêmes, comme d'autres bactéries, une substance qui s'oppose à l'action de la sulfamide. Un collègue de Fildes, D. D. WOODS, trouva alors que cette substance est présente dans la levure. Comme il s'agit là d'une source prolifique il put effectuer des fractionnements et rechercher dans chaque fraction la propriété de s'opposer à l'inhibition de la croissance des streptocoques par la sulfamide dans un milieu de culture synthétique. Par cette méthode laborieuse il put montrer que la substance en question n'était autre que l'acide *p*-aminobenzoïque. Ce produit, qu'il soit extrait de la levure ou préparé par synthèse, neutralise complètement, *in vitro*, l'action de la sulfamide sur les bactéries. Il en neutralise également l'action curative dans le corps de l'animal atteint de maladie infectieuse. Ces faits surprenants s'expliquent de façon simple. On sait que l'acide *p*-aminobenzoïque est indispensable à la nutrition des streptocoques et de quelques autres bactéries. Elles peuvent le former elles-mêmes, mais son utilisation est conditionnée par une réaction enzymatique que la sulfamide inhibe. Une étape essentielle dans la formation d'un élément indispensable de la cellule se trouve ainsi faire défaut. Dans le milieu nutritif que fournit l'organisme d'un mammifère malade, la concentration de sulfamide que des doses normales permettent d'atteindre dans le sang et, par suite, dans tous les tissus, suffit à assurer l'interruption en question. Les figures ci-dessous montrent assez que la mort des bactéries sous l'influence des sulfamides est une mort par inanition.

Il est inutile d'insister sur la signification profonde de cette découverte. En mettant au jour le

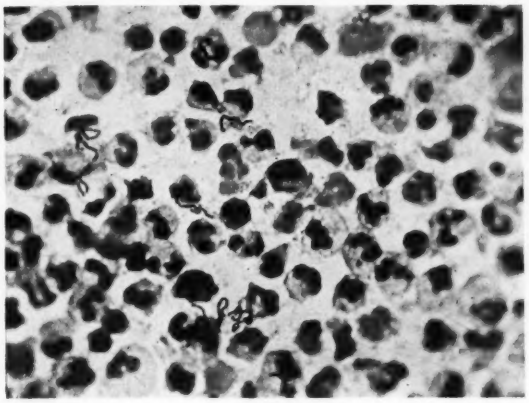


FIGURE 2 (*a*) – Streptococcus pyogènes *du pus montrant une morphologie normale (longues chaines courbées de coques de taille et de teinte uniformes; les grosses cellules du fond sont des leucocytes).*

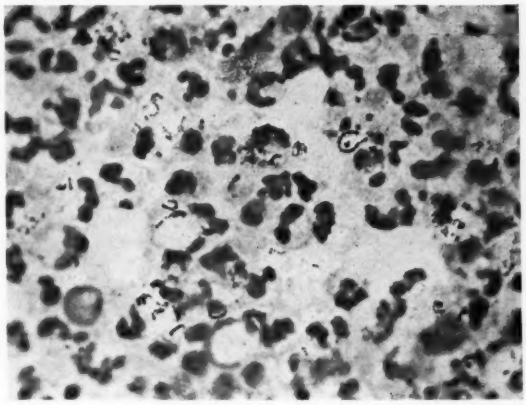


FIGURE 2 (*b*) – *Le même micro-organisme provenant d'un abcès formé trois jours auparavant chez un patient traité par la sulfapyridine. On voit de grandes irrégularités de taille et de forme, et beaucoup des coques sont mal colorés.*

mécanisme exact sur lequel se fonde la plus grande découverte thérapeutique des temps modernes, elle ouvre la voie à l'exploitation et au développement rationnel, et non pas seulement empirique, de cette découverte. Elle a eu une conséquence pratique immédiate en encourageant et en justifiant l'emploi local des sulfamides en poudre sur les blessures. Cette pratique s'est prouvée très efficace, particulièrement dans le cas des blessures de guerre.

Un exposé du sujet qui nous occupe ne saurait être complet si l'on n'y faisait allusion aux observations étonnantes que l'on a récemment effectuées sur l'extraction de substances antiseptiques des microorganismes eux-mêmes. Que ce soit l'effet du hasard ou celui de cet antagonisme entre espèces que l'on rencontre si souvent dans le règne animal comme dans le règne végétal, certains microorganismes produisent des substances extrêmement nuisibles à d'autres microorganismes. La pénicilline, substance de constitution encore inconnue secrétée par une moisissure, le *Penicillium notatum*, est un antiseptique puissant, et seule la difficulté d'en produire de grandes quantités s'oppose à son emploi en médecine. L'action de cette substance a été observée pour la première fois par A. FLEMING au *St Mary's Hospital*, à Londres. Elle a été récemment étudié à Oxford par H. W. FLOREY et par d'autres chercheurs. D'un bacille du sol très quelconque, DUBOS, de New York, a extrait la gramicidine, dont les propriétés sont analogues à celles de la pénicilline. On a publié, dans ces dernières mois, que la gramicidine possédait certaines caractéristiques particulièrement propices au traitement des blessures infectées. Dans ce cas encore on peut espérer que l'analyse chimique des processus fondamentaux assurera une base solide à un traitement nouveau. Dans ce domaine de la recherche médicale, la guerre, en Grande Bretagne tout au moins, a stimulé des progrès rapides.

## BIBLIOGRAPHIE


[1] DOMAGK, G. *Klin. Wochenschr.*, 1937, **16**, 1412.

[2] GARROD, L. P. *Lancet*, 1938, **i**, 1125, 1178.

[3] LOCKWOOD, J. S. *J. Immunol.*, 1938, **35**, 155.

[4] STAMP, T. C. *Lancet* 1939, **ii**, 10.

[5] GREEN, H. N. *Brit. J. Exp. Path.*, 1940, **21**, 38.

[6] WOODS, D. D. *Ibid.*, 1940, **21**, 74.

[7] ABRAHAM, E. P.; GARDNER, A. D.; CHAIN, E.; HEATLEY, N. G.; FLETCHER, C. M.; JENNINGS, M. A.; et FLOREY, H. W. *Lancet*, 1941, **ii**, 177.

[8] DUBOS, R. J., et HOTCHKISS, R. D. *J. Exp. Med.*, 1941, **73**, 629.

[9] FRANCIS, A. E. *Lancet*, 1942, **i**, 408.

# Revue des livres

### EXERCICES PRATIQUES SUR L'ART DE L'INGÉNIEUR CHIMISTE

The Applications of Chemical Engineering (Les applications de l'art de l'ingénieur chimiste), *publié sous la direction de Harry McCormack. Pp. x + 431. Chapman & Hall Limited, éditeurs*, 1940. *Prix* 21*s*.

Le titre de ce livre n'est pas très heureusement choisi, et il n'indique guère la nature exacte de l'ouvrage. C'est en fait un manuel de laboratoire sur l'art de l'ingénieur chimiste, destiné à fournir des exercices pratiques à l'enseignement universitaire. L'ouvrage est dû à la collaboration d'une douzaine d'auteurs qui, tous, enseignent dans des universités américaines. C'est pour une large part aux travaux de deux commissions de la *Society for the Promotion of Engineering Education* que ce livre doit son existence. Car ces commissions ont recueilli des documents considérables sur l'enseignement de laboratoire convenable.

L'ouvrage comprend onze chapitres qui traitent des opérations élémentaires les plus importantes de l'art de l'ingénieur chimiste. Malgré la diversité des auteurs, chaque opération est traitée suivant une même méthode générale. Après un court exposé des théories générales sur lesquelles se fonde l'opération, on présente en détails un certain nombre d'exercices pratiques. Pour chaque exercice on indique son objet, on décrit l'appareillage, on expose dans ses grandes lignes la technique à suivre et la méthode à adopter pour en présenter les résultats. Il y a en tout soixante-douze exercices, ce qui permet un choix assez large. Ces exercices ont été soigneusement choisis et éprouvés pendant plusieurs années, et ils se sont montrés satisfaisants. Ils peuvent être exécutés avec un appareillage assez simple. Chaque exercice est destiné à faire ressortir des principes théoriques fondamentaux. Chacun d'eux peut être exécuté en une séance de laboratoire de quatre heures.

Ce livre apporte une contribution de valeur à la littérature pédagogique destinée à la formation des ingénieurs chimistes. Les sujets qu'il traite n'avaient guère été abordés dans les ouvrages publiés jusqu'ici. Il sera certainement apprécié en Angleterre, où la formation des ingénieurs chimistes n'a pas encore le développement qu'elle a atteint aux États-Unis, et on peut utiliser ce livre tel quel, sans adaptation particulière à notre enseignement. Dans l'enseignement de toute branche de l'art de l'ingénieur les travaux pratiques de laboratoire jouent un rôle essentiel. Ils jettent le pont entre les principes scientifiques abstraits et leurs applications que l'étudiant rencontrera plus tard dans la pratique industrielle. Il est très important, si l'on veut utiliser au mieux le temps limité dont disposent les étudiants, de préparer avec soin le plan de ces exercices pratiques.

La coordination du rôle des divers auteurs est bien faite en ce qui concerne la distribution du travail. Elle est moins réussie sur certains points de détail. C'est ainsi, pour prendre un exemple frappant, que les références bibliographiques ne sont pas présentées de façon uniforme. Les erreurs d'impression sont plus nombreuses qu'il ne convient dans un ouvrage de cette qualité. On relève également certaines omissions mineures dans la bibliographie. Ces légers défauts disparaîtront sans doute d'une prochaine édition.

A. J. V. UNDERWOOD

### LES MATIÈRES PLASTIQUES ET L'INDUSTRIE

Plastics in Industry (Matières plastiques dans l'Industrie), *par « Plastes ». Pp. xiii + 248. Chapman & Hall Limited, London. Seconde édition.* 1942. 15*s. net.*

Le but principal de ce livre est de donner à tous ceux qui travaillent dans l'industrie des connaissances d'ordre pratique sur les matières plastiques, pour leur permettre d'appliquer ces matériaux modernes de construction à leurs besoins courants. Le fait que, neuf mois après la première édition de cet ouvrage, il ait été nécessaire d'en publier une seconde, prouve assez qu'il a parfaitement atteint son but, et que les techniciens prennent de plus en plus d'intérêt aux matières plastiques. Les quatre premiers chapitres passent en revue les éléments fondamentaux de cette industrie, débutant par les définitions des termes techniques, la description des plus importants matériaux « thermo-setting » et thermo-plastiques, celle des procédés de moulage et de fabrication, et celle des spécifications. L'usager éventuel est ainsi pourvu de données suffisantes et muni au moins d'indications préliminaires lui permettant de décider si certains plastiques peuvent convenir au but qu'il se propose.

Le reste du livre décrit le rôle que les matières plastiques jouaient dans la vie industrielle et domestique avant la guerre. Dans la mesure du possible les données ont été modernisées dans la deuxième édition, mais pour des raisons évidentes, on doit réserver pour l'édition d'après-guerre la description complète de l'emploi des matières plastiques dans les industries de guerre. On a ajouté un chapitre traitant des applications récentes des matières plastiques comme isolants thermiques; là aussi ces nouveaux matériaux se sont d'ores et déjà montrés de beaucoup supérieurs aux produits habituels.

Beaucoup des petites inexactitudes qui s'étaient glissées dans la première édition ont été corrigées dans la seconde. Elle comprend aussi un plus grand nombre d'illustrations. On y trouve également une brève bibliographie d'ordre technique ayant trait au sujet en général.

V. E. YARSLEY

### L'HISTOIRE DE CAOUTCHOUC

Rubber and its uses (Le Caoutchouc et ses Emplois), *par Harry L. Fisher.* 122 *pp. demi-octavo. Macmillan & Company Limited, éditeurs.*

Autrefois les fabricants de caoutchouc étaient assez semblables aux médecins. Les uns et les autres n'étaient guère disposés à discuter de leur art avec leurs contemporains. Le résultat, dans le cas du caoutchouc, c'est que, pour l'homme moyen, « le caoutchouc est du caoutchouc », qu'il soit brut ou vulcanisé. À une exception près toutefois, à savoir le caoutchouc rouge que l'on suppose mystérieusement doué de bonnes qualités de conservation. Cette attitude est en train de changer, et ce changement provient en grande partie du fait que les clients des fabricants de caoutchouc ne sont plus seulement les citoyens moyens, mais des organisations techniques qui ont l'habitude de vouloir savoir ce qu'elles achètent.

Mais ce n'est pas seulement sous l'empire de ces considérations que nous voyons se généraliser l'intérêt que les gens portent au caoutchouc. Les récents évènements d'Extrême Orient ont vivement excité la curiosité que l'on porte au caoutchouc et l'ont fait s'étendre au caoutchouc synthétique.

Le livre dont nous rendons compte est né, nous dit l'auteur, de l'intérêt manifesté par le public qui assistait à ses conférences. Celles-ci ont été prononcées devant des auditoires très divers, sections de sociétés chimiques, groupes d'étudiants, élèves des écoles secondaires, clubs divers. Faut-il d'autres preuves de la curiosité que le caoutchouc suscite parmi nous? De plus l'auteur s'est laissé guider, dans sa rédaction, par les questions que lui avaient posées ses auditeurs. Mais il ne faut pas croire que ce fait ait en rien restreint la portée de l'ouvrage, car tous les aspects et tous les domaines de la technologie du caoutchouc ont été abordés, et de façon intéressante.

Tous ceux qui prennent part, à un titre quelconque, à la direction de l'industrie du caoutchouc désiraient un livre de ce genre pour pouvoir le mettre entre les mains des débutants. Et le technicien le lira avec plaisir, bien qu'il en connaisse le contenu, car il sentira l'enthousiasme avec lequel le Dr Fisher a traité ce sujet fascinant.

W.J.S.N.

### LE DÉPEUPLEMENT DES MERS

The Overfishing Problem (Le Problème de la Pêche excessive), *par E. S. Russell. Pp. viii* + 130. *Cambridge University Press, London.* 1942. 7*s.* 6*d. net.*

Il y a quelque quatre-vingt ans la Commission Royale des Pêcheries recommanda l'abrogation de toutes les limitations de la pêche. À cette époque, la population de poissons comestibles était suffisante pour résister à la pêche pratiquée par des bateaux à voile. Mais vers la fin du siècle la vapeur commença à remplacer la voile et les puissants chalutiers à vapeur employèrent un chalut plus grand et plus efficace. Du fond des mers on retira les poissons en quantités toujours croissantes. L'extension des lieux de pêche contrebalança pour un temps les effets désastreux de cette pêche excessive, qu'ont révélés peu à peu des statistiques montrant la diminution du nombre de poissons capturés chaque jour, ainsi que la diminution de leur taille.

Démontrer la façon excessive dont la pêche est pratiquée, et discuter des mesures préventives constituent les deux thèmes traités dans le livre du DR RUSSELL. Sa qualité de Directeur des Recherches sur la Pêche au Ministère de l'Agriculture et des Pêcheries, lui donne sur ce sujet une autorité unique. Ses chiffres révèlent que, malgré l'intensification de la pêche, dans la plupart des régions, la production reste stationnaire ou même décroît.

Le Dr Russell montre que deux fautes ont été commises. La première est l'excès de la pêche qui a été tel que le taux de capture a dépassé de beaucoup la valeur maximum stationnaire permise par le taux de reproduction et de croissance des poissons; et la seconde est la destruction de trop de poissons de taille insuffisante. Il est facile de remédier à cette dernière en augmentant les dimensions des mailles du filet; cette mesure s'est prouvée bienfaisante à l'expérience. Quant à la première, seul un accord international sur la réduction du volume de pêche peut y remédier. C'est un accord de ce genre, entre les États-Unis et le Canada, qui a permis de sauver la pêche du flétan dans le Pacifique Nord.

Nos pêcheries seront vraisemblablement de la plus grande importance après cette guerre. Nous devons des félicitations au Dr Russell pour avoir publié un livre qui pose les bases d'un projet de l'économie de la pêche.

C. M. YONGE

### LA SCIENCE AU JARDIN

The Living Garden (Le Jardin Vivant), *par E. J. Salisbury. Pp. xi* + 232. *G. Bell & Sons Limited, London. Seconde édition.* 1942. 6*s.* net.

Ce livre est déjà connu de nombreux lecteurs, et la publication d'une édition révisée et moins chère est la bienvenue. Peu d'auteurs connaissent mieux la vie des plantes que le PROFESSEUR SALISBURY; moins nombreux encore sont ceux qui peuvent combiner cette science à l'esthétique des jardins, et exprimer à la fois l'une et l'autre en bon anglais. Tous les amateurs de jardins désireux de connaître les principes essentiels de la vie des plantes qu'ils cultivent trouveront dans ce livre un guide intéressant et sûr. Les illustrations sont nombreuses et bien choisies, et le livre tout entier est délicieux.

### INTRODUCTION À L'ASTRONOMIE

Foundations of Astronomy (Les Bases de l'Astronomie), *par W. M. Smart. Pp. vii* + 268, *avec* 119 *figures. Longmans, Green & Company Limited, London.* 1942. 16*s. net.*

L'astronomie a été presque entièrement omise dans les études scientifiques générales en Grande Bretagne. Cette négligence est aussi surprenante que déplorable, car l'astronomie touche en bien des points à la vie quotidienne. C'est à cette négligence qu'est dûe l'ignorance si générale des phénomènes célestes les plus simples et de leurs conséquences — tels les déplacements du soleil vers le Nord et vers le Sud dans le courant de l'année, le retard progressif du lever et du coucher de la lune d'une nuit à l'autre, la différence entre l'heure du cadran solaire et l'heure moyenne, les différences entre les heures de «black-out» d'une ville à l'autre, les phases de la lune, les changements dans l'aspect du ciel au cours d'une même nuit et d'une saison à l'autre, et ainsi de suite. C'est à elle que l'on doit probablement la foi si commune et toujours croissante dans les prédictions des astrologues.

La guerre a non seulement mis en évidence la nécessité d'un fond de connaissances astronomiques, mais elle a de plus fourni des occasions meilleures d'étudier les phénomènes célestes. Grâce au « black-out », on peut à nouveau admirer dans nos villes la splendeur d'un ciel étoilé; les membres de l'*Observer Corps*, et tous ceux qui ont à assurer de longs tours de garde, ont d'excellentes occasions d'observer le ciel et les mouvements des étoiles, des planètes, et de la lune. La demande de planisphères et de livres populaires d'astronomie s'est accrue. On s'oriente de plus en plus sur les étoiles pour se diriger dans la nuit, bien que soldats, marins et aviateurs n'y soient pas encore tous entraînés, ainsi que cela devrait être. Le soleil, la lune, les étoiles et les planètes fournissent la meilleure et la plus infallible des méthodes de navigation aérienne.

Ce livre, par le « Regius Professor » d'Astronomie de l'université de Glasgow, est destiné aux étudiants de première année d'Astronomie. Le sujet est traité de façon mathématique, mais le lecteur n'a pas à posséder des connaissances mathématiques allant au delà de la trigonométrie élémentaire et de l'usage des logarithmes. Ainsi que le suggère le titre, il contient en un bref exposé les bases essentielles sur lesquelles repose l'Astronomie toute entière. Un chapitre est consacré au problème de la navigation et de la détermination d'une position géographique. De nombreux exemples illustrent les points intéressants aussi bien en théorie qu'en pratique. Tous ceux qui possèderont bien ce livre, auront de solides éléments de connaissances astronomiques.

H. SPENCER JONES

# Notes biographiques sur les collaborateurs

## SIR ROBERT ROBINSON.

Né en 1886. Son père fut le premier industriel à inventer et à réaliser la fabrication mécanique des cachets pharmaceutiques et des bandages. Il fut élève de *Fulneck School*, près de Leeds, puis de l'université de Manchester. Nommé en 1912 professeur de chimie organique à l'Université de Sydney, il a depuis lors occupé plusieurs chaires magistrales. Il est actuellement titulaire de la chaire Wayneflete de chimie à l'Université d'Oxford. Ses recherches ont été principalement consacrées à l'etude de la structure et à la synthèse de produits naturels comme les alcaloïdes et les anthocyanines et à l'application des théories électroniques à l'étude du mécanisme des réactions. Il a été président de la Société Chimique de Londres. Il est lauréat de la *Royal Society* et de nombreuses sociétés savantes. Fervent alpiniste, il dit que son vice essentiel, et dangereux, est le jeu d'échecs.

## C. D. DARLINGTON.

Né en 1903, il alla d'abord à *St Paul's School* à Londres, mais quitta l'école à l'âge de 16 ans et « ne le regretta jamais par la suite ». Il devint un élève de William Bateson à l'Institut d'Horticulture John Innes en 1923, et fut nommé directeur de cet Institut en 1939. Ses recherches originales sur l'hérédité l'ont rendu célèbre, et dans son livre *The Evolution of Genetic Systems* (1939), il se sert des études sur les chromosomes pour instaurer un point de vue entièrement nouveau en biologie. Il préfère LUCRECE, STENDHAL, et LYTTON STRACHEY à la plupart des autres écrivains, il aime mieux MOZART que SULLIVAN, il déteste les avocats et les impérialistes, et a horreur d'écrire des lettres.

## J. KENDALL.

J. Kendall est professeur de Chimie à l'université d'Édimbourg, bien qu'originaire de « ce Sud dégénéré »; il est né à Chobham, Surrey, en 1889. Il fut élève de Farnham *Grammar School*, et étudiant à l'université d'Édimbourg et à l'Institut Nobel de Stockholm. De 1913 à 1926, il fut titulaire de la chaire de Chimie de l'université de Columbia, à New-York, et pendant la guerre de 1914 il servit comme Lieutenant (puis Lieutenant-Commander) dans les unités de réserve de la Marine des États-Unis. Après avoir été pendant deux ans Doyen de la *Graduate School*, à l'université de New-York, il prit possession, en 1928, de son poste actuel à l'université d'Édimbourg. Il a contribué au progrès de la Chimie en bien des points, et il a particulièrement bien réussi à expliquer la Chimie au profane.

## SIR EDWARD APPLETON.

Il naquit à Bradford, Yorkshire, il y a cinquante ans. Après avoir été professeur titulaire de Physique à Londres et à Cambridge, il devint, en 1939, Secrétaire du *Department of Scientific and Industrial Research* et il n'est guère de travail scientifique de guerre qu'il n'ait préparé dans la coulisse. Ses recherches ont porté sur l'exploration de la haute atmosphère à l'aide des ondes Hertziennes. Au cours de ces recherches il dirigea une expédition britannique chargée en 1932 et 1933 d'étudier, à Tromsö, en Norvège septentrionale, l'influence des aurores boréales sur les communications radiotélégraphiques. Il découvrit en 1926 la couche atmosphérique ionisée qui porte aujourd'hui son nom, et grâce à laquelle les communications radiotélégraphiques peuvent faire le tour du globe. Il a beaucoup fait pour la coopération internationale dans la science des radiocommunications, et il préside l'Union Internationale de la Radiotélégraphie Scientifique. Il est titulaire de la Médaille Hughes qui lui fut décernée par la *Royal Society* en 1933, et du Morris Liebmann *Memorial Prize* de l'*American Institute of Radio Engineers*. Du monde entier des étudiants sont venus apprendre auprès de lui la technique de l'ionosphère telle quelle s'est développée en Grande-Bretagne.

## F. T. BROOKS.

Né en 1882 à Wells, Somerset, il fit ses études à *Sexey's School*, Bruton, puis à *Emmanuel College* de Cambridge, dont il est maintenant un membre (Fellow). En 1936, il fut élu professeur de Botanique à l'université de Cambridge, où, depuis longtemps, il avait été chargé de cours. En 1914 il était mycologiste du gouvernement des États Fédérés de Malaisie; pendant la dernière guerre il remplit les fonctions de pathologiste du *Food Production Department*. Son livre *Plant Diseases* est bien connu, et beaucoup de ceux qui sont aujourd'hui spécialisés en pathologie végétale dans l'Empire Britannique sont ses anciens élèves. Il est l'un des Secrétaires Généraux de la *British Association* et membre du Conseil de la Recherche Agricole. Il aime à jardiner et affirme que l'expérience ainsi acquise lui a été précieuse dans ses fonctions de botaniste et de pathologiste des plantes.

## E. G. RICHARDSON.

Né à Watford en 1896, il fit ses études à l'école de la *Coopers' Company*, puis à *University College* de Londres. Avant la guerre, il était professeur de Physique à *King's College*, à Newcastle-upon-Tyne (université de Durham). Il servit dans la R.A.F. pendant la guerre de 1914–18, et cette fois-ci il dirige des recherches sur l'acoustique et l'hydrodynamique pour l'armée. C'est un spécialiste de la physique du son — ayant été attiré dans cette voie par son goût pour la musique — et il a écrit des livres et plusieurs articles traitant de l'acoustique et de la physique appliquée.

## L. P. GARROD.

Bactériologiste de l'Hôpital *St Bartholomew* et professeur de Bactériologie à l'université de Londres, il a étudié la destruction des bactéries sous maints différents aspects, inventé des méthodes nouvelles pour l'essai et l'emploi des antiseptiques, et a toujours été partisan de la thèse selon laquelle l'organisme humain pouvait utiliser des agents chimiques pour se défendre contre les attaques des bactéries. Il traite dans ses livres de la chimiothérapie bactériologique en s'appuyant sur une étude serrée de ses progrès dans le monde, et sur l'expérience chimique acquise dans un grand hôpital.

*Fabriqué et imprimé en Grande-Bretagne par* THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, pour les éditeurs,*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres,* S.W.1